

INTRODUÇÃO ILUSTRADA À **COMPUTAÇÃO**

(com muito humor!)

LARRY GONICK



Traduzido sob iniciativa da Itautec



AOS LEIGOS E ESTUDIOSOS

NUNCA FOI TÃO FÁCIL OU DIVERTIDO APRENDER

Aqui, você, leitor, encontrará, de forma ilustrada, simplificada e bem-humorada, elementos de tecnologia computacional. É ler e entender num abrir-e-fechar de olhos. Use este livro para dar mais vida àquele curso sério que você está fazendo ou para enxergar através da "neblina" que emana daquele texto igualmente sério que está tentando ler. Leia este livro para familiarizar-se com os aspectos gerais — ou com os mais específicos — daquele computador que, no momento, você está aprendendo a usar. Ou, se você acha que a revolução dos computadores começa a deixá-lo para trás, permita que este livro lhe mostre a luzinha no fim do túnel. Ele não fará de você um programador, mas lhe mostrará como entender a terminologia desta ciência.

Nestas páginas você encontrará Charles Babbage e seu calculador analítico, que nunca foi construído, e Ada Augusta (Lady Lovelace), que, apesar de tudo, "conseguiu" programar a tal máquina! Você também encontrará George Boole, em cuja álgebra está baseado o projeto de circuitos lógicos. Você aprenderá sobre números binários, elementos e arquitetura do computador, software, linguagens de programação — da linguagem de máquina ao BASIC — e aplicações especiais — criptografia, inteligência artificial e outras das quais você talvez não tenha ouvido falar.

Desenho da capa por Larry Gonick

A tradução de “The Cartoon Guide to Computer Science”, de Larry Gonick, é uma iniciativa da **Itautec**, com o objetivo de trazer a todos os aficionados da informática, um trabalho criativo, simples e de grande interesse.

Itautec.

INTRODUÇÃO
ILUSTRADA À
COMPUTAÇÃO

(com muito humor!)

Tradução:

VILMAR PEDRO VOTRE

e

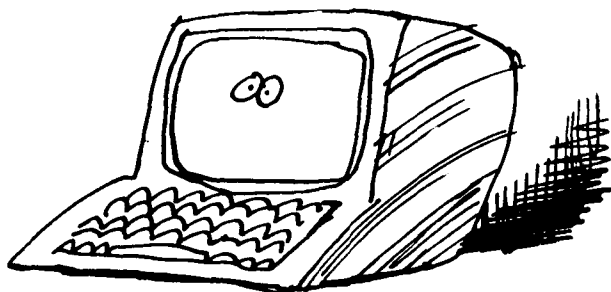
EDUARDO LAMOUNIER BARBIERI

Funcionários da **Itautec**

INTRODUÇÃO ILUSTRADA À **COMPUTAÇÃO**

(com muito humor!)

Larry Gonick



editora HARBRA Ltda.

<i>Direção Geral:</i>	Julio E. Emöd
<i>Supervisão Editorial:</i>	Maria Pia Castiglia
<i>Revisão de Estilo:</i>	Maria Elizabeth Santo
<i>Revisão de Provas:</i>	Vera Lucia Juriatto
<i>Letrista:</i>	Ofélia Tristan Vargas
<i>Fotolitos:</i>	Di Carlo Propaganda Ltda.
<i>Impressão e Acabamento:</i>	Prol Editora Gráfica Ltda.

INTRODUÇÃO ILUSTRADA À COMPUTAÇÃO (com muito humor!)

Copyright © 1986 por editora **HARBRA** Ltda.

Copyright © 1984 por Editora Harper & Row do Brasil Ltda.

Rua Joaquim Távora, 609 — Vila Mariana — São Paulo — SP

Telefones: 549-2244, 571-0276 e 571-9777

Tradução de THE CARTOON GUIDE TO COMPUTER SCIENCE

Copyright © 1983 por Larry Gonick. Publicado originalmente nos Estados Unidos da América por Barnes & Noble Books, uma divisão da Harper & Row Publishers, Inc.

Impresso no Brasil

Printed in Brazil

PREFÁCIO À EDIÇÃO BRASILEIRA

O mercado de livros sobre Computação encontra-se saturado das mais diferentes obras — tanto introdutórias como bem aprofundadas no tema. Obras que abordam apenas o software, como as que incluem o hardware, com aplicações ou não. No entanto, ainda faltava aos leitores um livro que suavizasse a aridez do assunto, com desenhos que complementassem as idéias, e com muito humor. Este é o grande mérito do “Introdução Ilustrada à Computação”.

Foi em função destas qualidades que a Itautec tomou a iniciativa de introduzir a obra no Brasil, a fim de tornar mais atraente e interessante a leitura sobre Computação.

Por ocasião da tradução, foram preservados alguns termos no original, em virtude de sua utilização normal em inglês. Tudo para que prevalecessem o equilíbrio e o bom senso no emprego da terminologia.

Afinal, a proposta da Itautec, colocando o “Introdução Ilustrada à Computação” à disposição do público brasileiro, é de simplificar conceitos e popularizar um tema, até agora dominado por poucos profissionais específicos da área, fazendo com que a informática seja acessível à utilização de todos.

Itautec.

CONTEÚDO

PARTE I — AS ERAS DA INFORMAÇÃO.....1

O QUE É INFORMAÇÃO.....7

A EVOLUÇÃO DO COMPUTADOR.....14

PARTE II— O ESPALHETE LÓGICO..... 87

O PROCESSADOR DE INFORMAÇÃO.....90

A UNIDADE DE PROCESSAMENTO.....97

A MEMÓRIA.....151

PONDO TUDO SOB CONTROLE.....169

PARTE III— SOFTWARE185

MAQUINAS DE TURING.....190

ALGORITMOS.....195

RUDIMENTOS DE BASIC.....207

SOFTWARE EM REVISTA.....221

CONCLUSÃO.....237

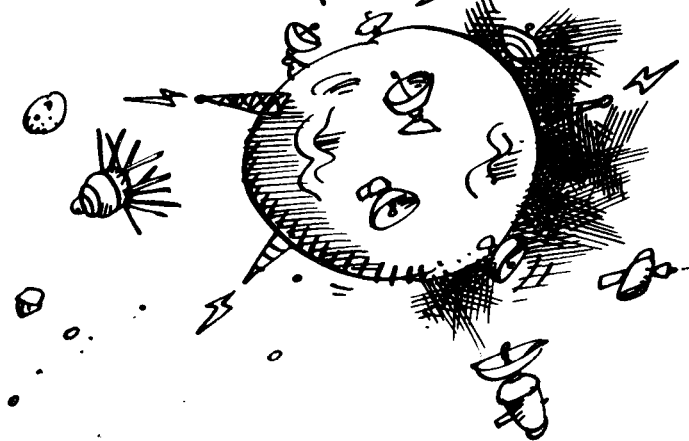
LEITURAS SUPLEMENTARES.....242

PARTE I

AS ERAS DA INFORMAÇÃO

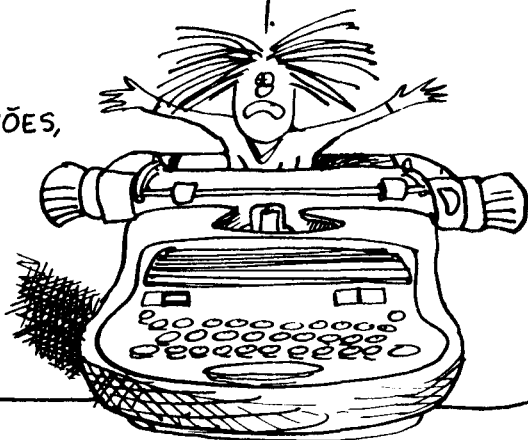


GRAÇAS AOS MILAGRES DA
TECNOLOGIA DO SÉCULO XX,
NÓS, HABITANTES DA
TERRA, DISPOMOS
DE ACESSO
INSTANTÂNEO A
MAIS INFORMAÇÃO
DO QUE
CONSEGUIMOS
TRATAR!

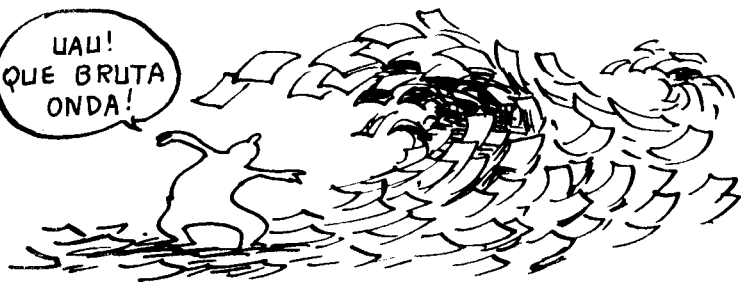


HA'
INFORMAÇÃO
SOBRE
PREVISÃO DO TEMPO,
ESPORTES,
POLÍTICA,
FINANÇAS,
GENTE,
CIÊNCIA,
DIVERSÕES,
ARTE,
RELIGIÃO,
BANCOS,
PREVIDÊNCIA,
TELEFONES,
MERCADO DE AÇÕES,
PUBLICIDADE,
HISTÓRIA,
HORÓSCOPO,
IMPOSTOS,
EDUCAÇÃO,
TEVÊ,
TECNOLOGIA,
PETRÓLEO ...

INFORMAÇÃO
ACERCA DE
INFORMAÇÃO...

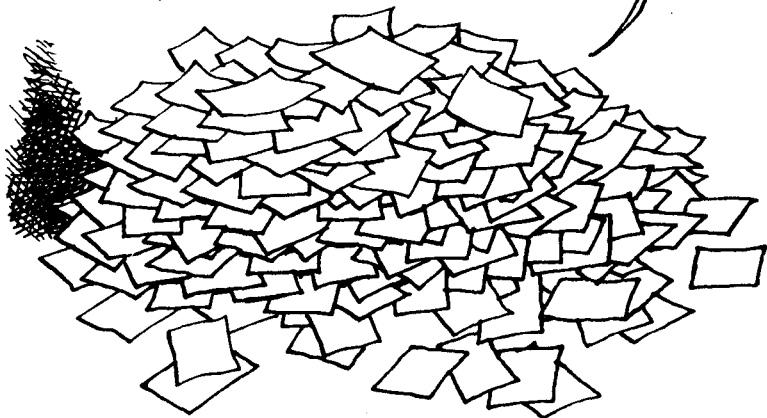


UAU!
QUE BRUTA
ONDA!



TORNA-SE CLARO QUE ESTES TEMPOS
PEDEM UM AGENTE DA TECNOLOGIA
UNICAMENTE VOLTADO PARA
ARMAZENAR, CLASSIFICAR,
QUALIFICAR, COMPARAR, COMBINAR,
E EXIBIR INFORMAÇÃO
EM ALTA VELOCIDADE!

ISSO É MAIS
UMA PA'...



E ESTE AGENTE É O **COMPUTADOR.**



ISTO EXPLICA
PORQUE OS COMPUTADORES
ESTÃO PRESENTES ONDE QUER
QUE A INFORMAÇÃO SE
CONCENTRE, DESDE AS
GRANDES EMPRESAS ATÉ
O PEQUENO RELÓGIO
DE PULSO!

DA' PARA
DEIXAR VOCÊ
PARANOICO!

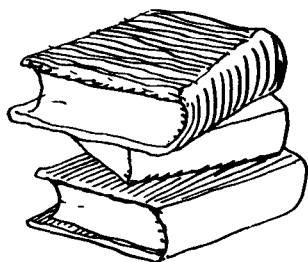


E LEVE TAMBÉM
EM CONTA QUE,
ANTES DE ENTENDER
OS COMPUTADORES,
AJUDA MUITO SABER
PRIMEIRO ALGO
SOBRE A
PALAVRA
INFORMAÇÃO—
POR EXEMPLO,
O QUE ELA
SIGNIFICA...

O QUE
SIGNIFICA?
BEM...
BOM...
AAA...
PÔ, QUE
PERGUNTA
IDIOTA.

O que é informação?

NO SENTIDO MAIS COMUM DA PALAVRA, "INFORMAÇÃO" SIGNIFICA **FATOS!** É O TIPO DE COISA PRESENTE EM LIVROS SÉRIOS E QUE SO' PODE SER EXPRESSA EM PALAVRAS.



NO MUNDO DOS COMPUTADORES, CONTUDO, ELA TEM UM SENTIDO MUITO MAIS AMPLO.



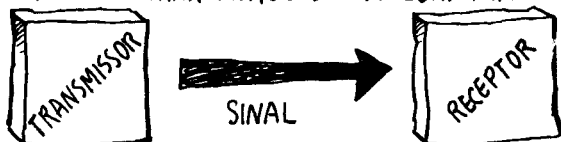
MIP!



A DEFINIÇÃO ATUAL É DADA POR **CLAUDE SHANNON**, UM ENGENHEIRO DOS LABORATÓRIOS BELL, MONOCICLISTA AMADOR E FUNDADOR DA CIÊNCIA QUE ESTUDA A **TEORIA DA INFORMAÇÃO.**

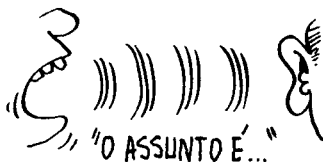
SHANNON TAMBÉM CONSTRUIU UM "RATO" ELETRÔNICO, PROGRAMÁVEL PARA PERCORRER LABIRINTOS!

DE ACORDO COM SHANNON, A INFORMAÇÃO ESTÁ PRESENTE SEMPRE QUE UM SINAL É TRANSMITIDO DE UM LUGAR PARA OUTRO:

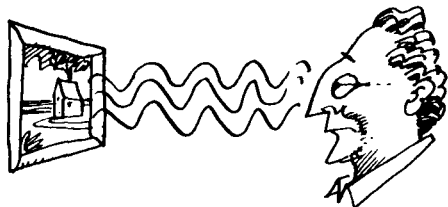


NÃO IMPORTA QUE TIPO DE SINAL SEJA.
POR EXEMPLO :

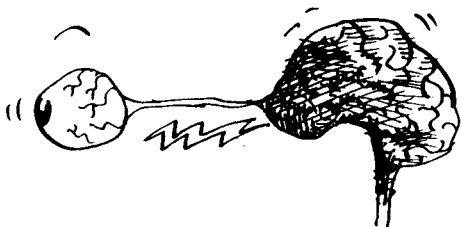
O SINAL PODE ESTAR
NA FORMA DE
PALAVRAS, QUE É
O TIPO MAIS USUAL
DE INFORMAÇÃO...



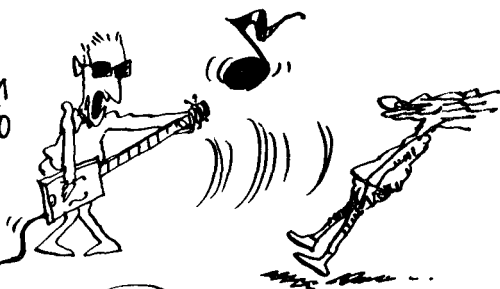
...MAS UM **QUADRO**
TAMBÉM **ENVIA** UM
SINAL, NA FORMA DE
ONDAS DE LUZ, ATÉ OS
NOSSOS OLHOS. É
COMO SE OS QUADROS
TRANSMITISSEM
INFORMAÇÃO!



ALÉM DISSO, NOSSOS
OLHOS ENVIAM UMA
ESPÉCIE DE IMPULSOS
ELÉTRICOS, ATRAVÉS DO
NERVO ÓTICO, ATÉ O
CÉREBRO. ESTES SINAIS
CARREGAM INFORMAÇÃO,
TAMBÉM!!



A **MÚSICA** É
UMA SEQUÊNCIA DE
SINAIS QUE TRANSMITEM
UM TIPO DE INFORMAÇÃO
IMPOSSÍVEL DE
SE COLOCAR
EM PALAVRAS...



DESTA FORMA,
UM **DIRETO**
NO QUEIXO NÃO
DEIXA DE TER
SEU VALOR
INFORMATIVO!



ASSIM...

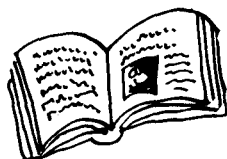
A INFORMAÇÃO
PODE VIR EM VÁRIAS
FORMAS: VERBAL,
VISUAL, MUSICAL
ETC., ETC., ETC...

E TODAS ELAS PODEM
SER TRATADAS POR
COMPUTADORES. SÓ QUE
UM COMPUTADOR PODE
DISPARAR UMA

BOMBA DE
HIDROGÊNIO, AO INVÉS
DE UM DIRETO NO QUEIXO!!

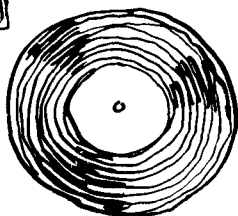


TODOS ESTES SINAIS, INCLUSIVE O DIRETO NO QUEIXO,
PODEM SER GRAVADOS DE ALGUMA FORMA ...
INSINUANDO QUE A INFORMAÇÃO, ALÉM DE
TRANSMITIDA E RECEBIDA, PODE SER **GUARDADA...**

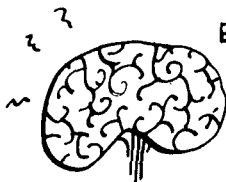


EM LIVROS...

EM DISCOS E
VIDEO-DISCOS...



EM QUADROS
OU GRAVURAS...



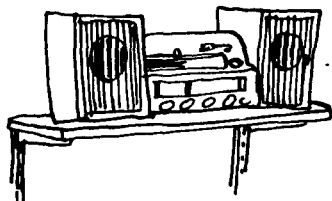
NA MEMÓRIA
HUMANA...

EM FITA...



EM DIAGRAMAS ETC.!

O OBJETIVO É
PODER TRANSMITIR
A MESMA MENSAGEM
MUITAS VEZES...



E, CERTAMENTE, O
CONTEÚDO DA
INFORMAÇÃO
PODE SER
COMBINADO DE
VÁRIAS FORMAS.



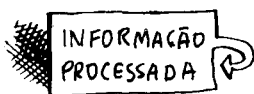
E VOCÊ PODE
TRANSFORMAR
EM VERBO
QUALQUER
SUBSTANTIVO
USADO!



QUANDO NOS REFERIMOS A
ARMAZENAMENTO, TRANSMISSÃO,
COMBINAÇÃO E COMPARAÇÃO DE
MENSAGENS, DIZEMOS SIMPLEMENTE

PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO.

(EMBORA A INDÚSTRIA DA
COMPUTAÇÃO SEJA RESPONSÁVEL POR
TRANSFORMAR VÁRIOS SUBSTANTIVOS
EM VERBOS — **ACESSAR,**
INTERFACEAR... —
PROCESSAR JÁ ERA UM VERBO,
GRACAS À INDÚSTRIA DE
ALIMENTOS... *).



* N.T. NOS ESTADOS UNIDOS "PROCESSED" = INDUSTRIALIZADO. 11.

PARA APRECIARMOS O PODER DA INFORMAÇÃO,
VAMOS CONSIDERAR UM EXEMPLO DO COTIDIANO:

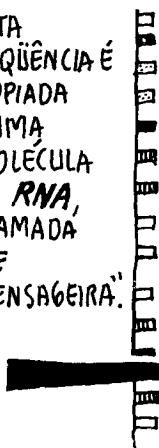
A PRÓPRIA VIDA.

VEJA UMA REPRESENTAÇÃO DA VIDA:

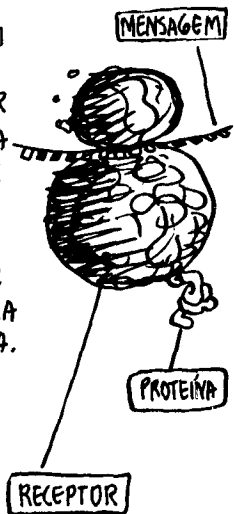
O GENE,
OU **DNA**,
CONSISTE
DE UMA
LONGA
CADEIA
DE
UNIDADES
MOLECULARES
CHAMADAS
PARES
DE
NUCLEOTÍDEOS.



ESTA
SEQÜÊNCIA É
COPIADA
NUMA
MOLECULA
DE **RNA**,
CHAMADA
DE
"MENSAGEIRA".



A MENSAGEM
É, ENTÃO,
RECEBIDA POR
UMA FÁBRICA
QUÍMICA, QUE
USA O **RNA**
COMO MOLOE
PARA MONTAR
UMA MOLECULA
DE PROTEÍNA.

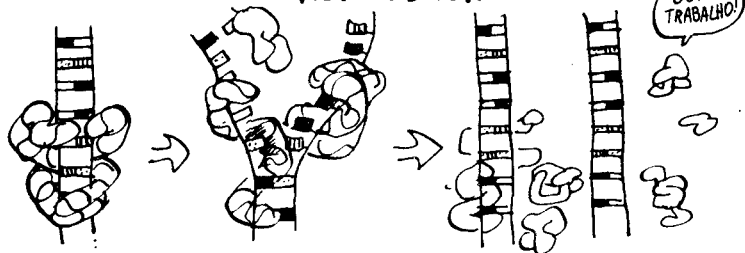


EM OUTRAS PALAVRAS, A
PROTEÍNA É CONSTRUÍDA A
PARTIR DA **INFORMAÇÃO**
GUARDADA NO GENE.

PARA MAIORES
DETALHES, CONSULTE
A "INTRODUÇÃO
ILUSTRADA À GENÉTICA
(COM MUITO HUMOR)".



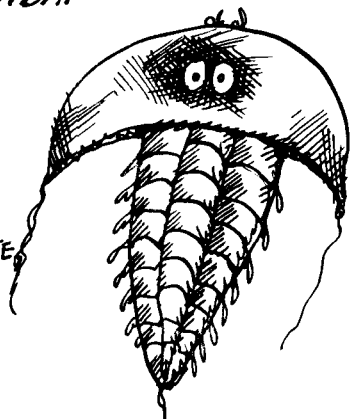
O TRUQUE É O SEGUINTE: ALGUMAS PROTEÍNAS
AUXILIAM O DNA A SE **REPRODUZIR**.



O QUE OCORRE, ENTÃO? SE O DNA CODIFICA AS PROTEÍNAS QUE
O AJUDAM A SE REPRODUZIR, ENTÃO MAIS PROTEÍNAS SERÃO
PRODUZIDAS, MAIS DNA SERÁ COPIADO...ETC! MAIS AINDA,
SE O DNA CODIFICA OUTRAS PROTEÍNAS QUE O PROTEGEM
DE VÁRIAS FORMAS, E OUTRAS PARA ATACAR E DESTRUIR
DNA'S E PROTEÍNAS RIVAIS...

ENTÃO ESTE SISTEMA DNA-PROTEÍNA CONTINUARÁ A SE
REPRODUZIR, MAIS E MAIS — E ISTO É CHAMADO DE UMA
FORMA DE VIDA.

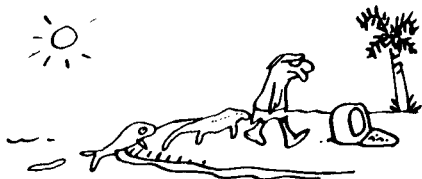
ASSIM, A VIDA
É UM
PROCESSADOR
DE INFORMAÇÃO
MOLECULAR,
QUE TEM
FUNCIONADO
AUTOMATICAMENTE,
SEM PARAR,
HÁ MAIS DE
3 BILHÕES
DE ANOS!!



AH,
SE OS
COMPUTADORES
DURASSEM
TANTO
ASSIM!

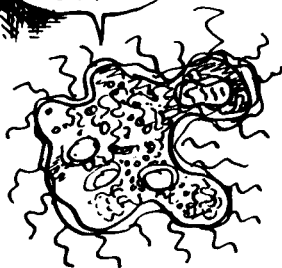
A Evolução do Computador

PODE SER EXAGERO DIZER
QUE OS COMPUTADORES TÊM
EVOLUÍDO DESDE
O PRINCÍPIO...



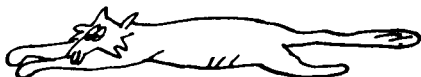
MAS, DESDE OS PRIMÓRDIOS, AS
FORMAS DE VIDA VÊM
APERFEIÇOANDO SUA CAPACIDADE
DE PROCESSAMENTO DA
INFORMAÇÃO. ATÉ MESMO UMA
SIMPLES AMEBA RECEBE SINAIS
QUÍMICOS, INDICANDO-LHE ONDE SE
ENCONTRAM OS ALIMENTOS!

SENÃO, EU
ACABARIA
COMENDO O QUE
NÃO PRESTA!



OS **SENTIDOS**, TODOS, SÃO
MEIOS DE SE RECEBER SINAIS.

NÓS, GATOS,
TAMBÉM
PRRRCEBEMOS!



OS OLHOS PERCEBEM UMA GAMA DE RAIOS
ELETROMAGNÉTICOS; OS OUVIDOS RESPONDEM À PRESSÃO
DO AR NELES; AS NARINAS REAGEM A VÁRIOS TIPOS DE
MOLECULAS. O MESMO SE DA COM AS PAPILAS
GUSTATIVAS. E O SENTIDO DO TATO PODE SER A CAUSA
DE SE RECEBER UM DIRETO NO QUEIXO!

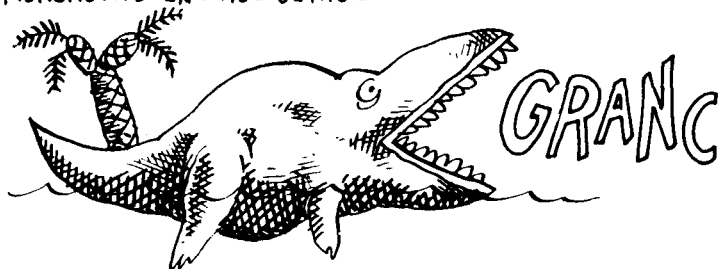
AS IMPRESSÕES
SENSORIAIS
SÃO
TRANSMITIDAS
ELETRICAMENTE
AO LONGO DOS
NERVOS,
E COORDENADAS
PELO
CÉREBRO —
PRIMEIRA
TENTATIVA
DA NATUREZA
DE PRODUIR
UM COMPUTADOR!!

HMM!
TEMPO DE
RESPOSTA
HORRÍVEL!

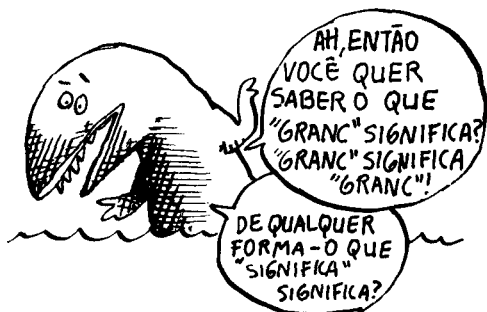
ESSES
"MICROS" SÃO
TÃO LENTOS!



ALÉM DE TRANSMITIR INFORMAÇÃO DENTRO DE SEUS PRÓPRIOS CORPOS, OS ANIMAIS TAMBÉM ENVIAM MENSAGENS UNS AOS OUTROS

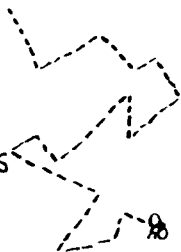


MAIS UMA VEZ:
ELES NÃO
NECESSARIAMENTE
TRANSMITEM
INFORMAÇÃO
QUE POSSA
SER TRADUZIDA
EM PALAVRAS!



AINDA:

ESTAS MENSAGENS
NEM SEMPRE VÊM
NA FORMA DE
SONS. OS CACHORROS
SE COMUNICAM
ABANANDO A
CAUDA E AS
ABELHAS "DANÇAM"
PARA INDICAR O
LOCAL EXATO
DE UMA FLOR.



ACHO QUE
NÃO FALAMOS
A MESMA
LÍNGUA ...



QUANDO OS HUMANOS
COMEÇARAM A SE
COMUNICAR, PROVAVELMENTE
NÃO ERA MUITO DIFERENTE
DOS ANIMAIS.

"GRANC"



MAS, COM O
AUMENTO DO
TAMANHO DO
CÉREBRO E SEU
'PODER DE COMPUTAÇÃO',
A LINGUAGEM
TORNOU-SE
MAIS EXPRESSIVA.

O motivo?



AS PESSOAS
PODIAM

RECORDAR E
USAR **MAIS**
PALAVRAS. E
QUANTO MAIS
PALAVRAS USASSEM,
MAIOR SERIA O
NÚMERO DE
MENSAGENS
POSSÍVEIS - O QUE É
OUTRA FORMA DE DIZER
QUE PODIAM ENVIAR
MAIS
INFORMAÇÃO.

O CÉU
ESTÁ AZUL...

O CÉU ESTÁ
AZUL E
PONTILHADO DE
NUVENZINHAS...

O CÉU,
LAVADO PELA CHUVA
DE ONTEM, ESTÁ AZUL
E PONTILHADO DE
NUVENZINHAS.

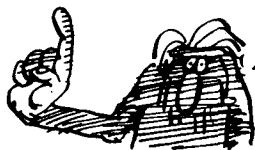
GRANC

JUNTAMENTE COM AS
PALAVRAS, VIERAM AS
REGRAS PARA
COMBINÁ-LAS: AS LEIS DA
GRAMÁTICA
E DA **LÓGICA**.

SE VOCÊ SAIR DAÍ E
PEDIR DESCULPAS, ENTÃO
NÓS **NÃO** O ESFOLAREMOS
VIVO, **AMENOS QUE**
MUDEMOS DE IDÉIA...



COM O TEMPO, ACABOU
SURTINDO UM TIPO ESPECIAL
DE PALAVRA, COM REGRAS
PRÓPRIAS... A SABER —



ESPERE
UM
MINUTO...
DEIXE-ME
ADIVINHAR...

NÚMEROS



PODE-SE
CONTAR
COM ELES!

OS NÚMEROS SÃO PRECISOS...
CONFIÁVEIS... VOCÊ PODE SOMAR,
SUBTRAIR E MULTIPLICAR NÚMEROS... "UM"
MAIS "UM" REALMENTE FAZ SENTIDO, MAS, COMO
DIZEM, NÃO DÁ PARA SOMAR PATOS E
LARANJAS...



ANÃO SER
NO MEU COZIDO
DE PATO COM
LARANJA...

OS NÚMEROS TÊM UMA CARACTERÍSTICA RARA: PODE-SE REPRESENTÁ-LOS NOS DEDOS, AO PASSO QUE OUTRAS PARTES DA LINGUAGEM SÓ SE DESENVOLVEM NO CÉREBRO... POIS É, AS CONTAS SEMPRE FORAM DIGITAIS*, DESDE O INÍCIO!



ESTES GÊNIOSS CERTAMENTE SÃO CAPAZES DE ABALAR AS ESTRUTURAS...



* DÍGITO quer dizer DEDO!

E, APÓS A CONTAGEM,
CÓMO SE PODERIA
GUARDAR O
RESULTADO?

FÁCIL!!
APÓS A
COMPUTAÇÃO, A
AMPUTAÇÃO!

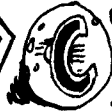
VOCE
ESTA
LOUCO!



DESCULPE-ME...
VOU ARRUMAR ALGO
MEHOR PARA AS MÃOS...

VOU LAVAR
O LOBO...

VOU AFIAR
AS PEDRAS...



COMO OS OUTROS ANIMAIS, OS HUMANOS, INICIALMENTE,
SÓ PODIAM GUARDAR INFORMAÇÕES NO CÉREBRO,
QUE TINHA CAPACIDADE LIMITADA (E AINDA TEM!!!).
ASSIM, OS HUMANOS INVENTARAM DISPOSITIVOS
EXTERNOS PARA ARMAZENAR AS INFORMAÇÕES.

OS MAIS ANTIGOS
EXEMPLOS CONHECIDOS
DATAM DE 20000 ANOS
ATRÁS, COMO ESTE OSSO
ENTALHADO, USADO,
APARENTEMENTE,
PARA A CONTAGEM
DOS DIAS
DO MÊS.

AGORA POSSO
CONTROLAR MEU
ARMAZENAMENTO
INTERNO!



MAIS OU MENOS NA MESMA ÉPOCA, OS HABITANTES DAS CAVERNAS COMEÇARAM, TAMBÉM, A ARMAZENAR OUTRO TIPO DE INFORMAÇÃO: PINTAVAM ANIMAIS REAIS NAS PAREDES DAS CAVERNAS - E NINGUÉM ATÉ HOJE SABE POR QUÊ!



ALGUNS MILHARES DE ANOS MAIS TARDE, OS **SUMÉRIOS** INVENTARAM UM SISTEMA QUE REPRESENTAVA SUA **LINGUAGEM INTEIRAMENTE** ATRAVÉS DE DESENHOS:



VAMOS CHAMÁ-LA DE "VISO-LÍNGUA"!

E ASSIM NASCEU A ESCRITA!

ATÉ QUE ALGUÉM CONSIGA MELHORAR A LINGUAGEM EM SI, A ESCRITA CONTINUARÁ SENDO A FORMA MAIS BÁSICA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO. É PRATICAMENTE UNIVERSAL. NO MUNDO INTEIRO, TENTOU-SE INVENTAR SISTEMAS QUE CODIFICASSEM A LINGUAGEM FALADA. E, CERTAMENTE, AS TÉCNICAS VARIAVAM DE LUGAR PARA LUGAR...



OS SUMÉRIOS
ESCREVERAM
EM PLACAS DE
ARGILA,
ENQUANTO
OS EGÍPCIOS
USARAM
PAPIRO.

HMMM!
UMA PLACA
FLEXÍVEL!



A ESCRITA CHINESA
COMEÇOU COM MENSAGENS
AOS DEUSES, GRAVADAS NOS
CASCOS DE TARTARUGAS.

SÓ QUE
NÃO CONSULTARAM
O DEUS DAS
TARTARUGAS!

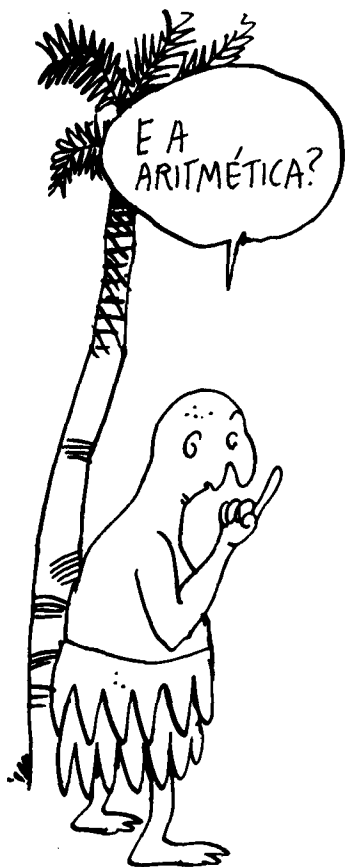


OS INCAS USAVAM
UM SISTEMA DE FIOS
COM NÓS (QUIPOS).



GRANDE!
AGORA QUE CONSEGUIMOS
ARMAZENAR
TODA ESSA INFORMAÇÃO, COMO
A **RECUPERAMOS?**

VOLTAREMOS A ESSE ASSUNTO OPORTUNAMENTE...!



TODAS AS CIVILIZAÇÕES PRIMITIVAS
DISPUNHAM DE MEIOS DE
REPRESENTAÇÃO DE NÚMEROS QUE
ERAM AVANÇADÍSSIMOS EM RELAÇÃO AO
OSSO ENTALHADO, DA IDADE DA PEDRA,
NO QUAL CADA NÚMERO ERA
SIMPLEMENTE REPRESENTADO
EMPILHANDO 1'S. NADA PRÁTICO...



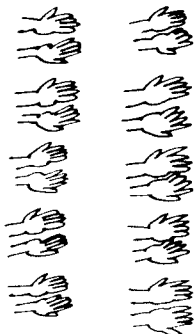
ENTRE A IDADE DO OSSO
ENTALHADO E A CIVILIZAÇÃO
ATUAL, AS PESSOAS ACABARAM
SE ACOSTUMANDO A CONTAR
OS OBJETOS DE 5 EM 5 OU DE
10 EM 10 - POR UM MOTIVO
ÓBVIO: *ESTAVA NA MÃO*.



CHAMEMOS
ENTÃO DEZ DE
UMA "MÃO-CHEIA"
E FAÇAMOS
ALGUNS
CÁLCULOS.
INICIALMENTE
TERÍAMOS
NÚMEROS
DO TIPO "DUAS
MÃOS-CHEIAS E TRÊS".



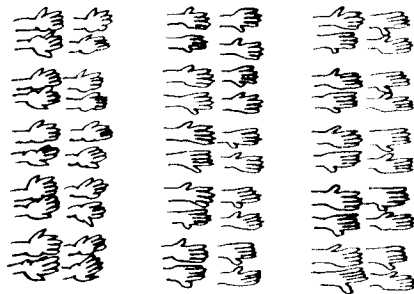
APÓS
ALGUM
TEMPO,
PASSARIAMOS
A TER UMA
MÃO-CHEIA
DE MÃOS-
CHEIAS
(DEZ DEZENAS
OU UMA
CENTENA).



AI' VEM UMA MÃO-CHEIA DE MÃOS-CHEIAS E UM...

" " " " " DOIS
"
" " " " " UMA MÃO-CHEIA...

FINALMENTE, VOCÊ
ACABARA' VENDO
NÚMEROS COMO
ESTE:

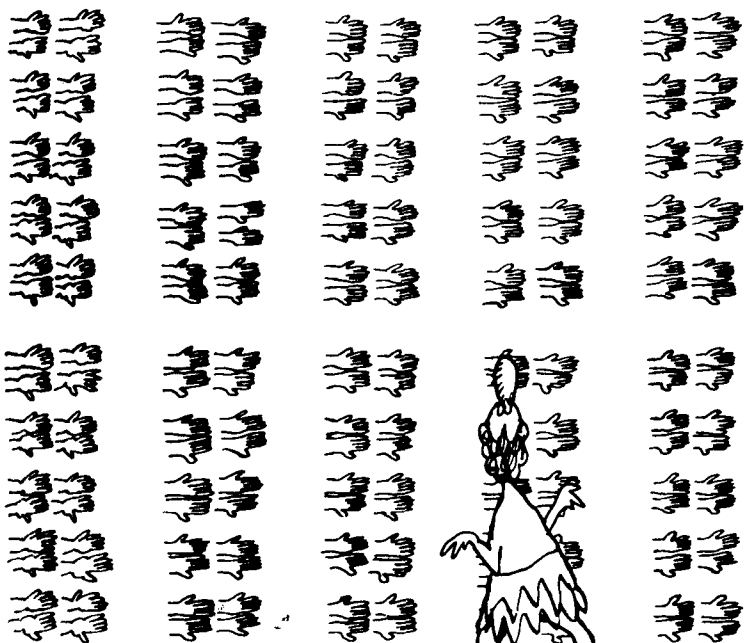


OU: "TRÊS MÃOS-CHEIAS DE MÃOS-
CHEIAS, QUATRO MÃOS-CHEIAS
E SETE.



UMA
BOCA
CHEIA!

E ENTÃO — UMA MÃO-CHEIA DE MÃOS-CHEIAS DE MÃOS-CHEIAS.



ISTO DA' $10 \times 10 \times 10 = 1000$.

VÊM A SEGUIR:

DEZ MIL...

CEM MIL...

MIL MIL...

DEZ MIL MIL...

CADA UM DOS QUAIS É
UMA **MÃO-CHEIA**
DO ANTERIOR!



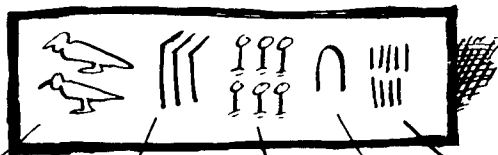
ISTO ESTÁ
FICANDO
CONTRAMÃO!

OS POVOS ANTIGOS DESCOBRIRAM DOIS MODOS BÁSICOS DE REPRESENTAR ISSO TUDO:

UM DELES, O SISTEMA EGÍPCIO, USAVA UM SÍMBOLO DIFERENTE PARA CADA NOVA MÃO-CHEIA.

| = UM ∩ = DEZ 9 = CEM
 I = MIL ƚ = DEZ MIL  = CEM MIL

DEPOIS,
ERA SÓ
EMPILHAR:



DUAS CENTENAS DE MILHAR TRÊS DEZENAS DE MILHAR SEIS MILHARES UMA DEZENA UNIDADES
 OU 236,019

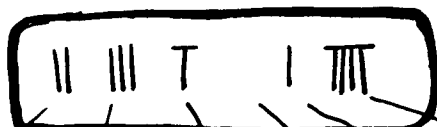
ALÉM DE UM CERTO CHARME NA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA, ESTES NÚMEROS SÃO FÁCEIS DE LER, UMA VEZ QUE VOCÊ ESTEJA ACOSTUMADO COM ELES (DA MESMA FORMA QUE "3 BILHÕES" É MAIS RÁPIDO DE LER DO QUE 3.000.000.000).



POR OUTRO LADO, OS CHINESES USAVAM A **POSICÃO** DOS NÚMEROS PARA INDICAR SEU VALOR. PRIMEIRAMENTE, CONTAVAM DE UM A NOVE:

					⊥	⊥⊥	⊥⊥⊥	⊥⊥⊥⊥
1	2	3	4	5	6	7	8	9

DE ONDE
(POR
EXEMPLO):



DUAS CENTENAS
DE MILHAR

TRÊS DEZENAS
DE MILHAR

SEIS
MILHARES

UMA
DEZENA

NOVE
UNIDADES

OU 236,019.

EXCETO PELOS NUMERAIS, UM TANTO QUANTO ESTRANHOS, ESTE SISTEMA É QUASE O MESMO QUE O NOSSO.

A ÚNICA DIFERENÇA É QUE NÃO EXISTIA NENHUM SÍMBOLO PARA O ZERO. OS CHINESES SIMPLEMENTE DEIXAVAM O ESPAÇO EM BRANCO.

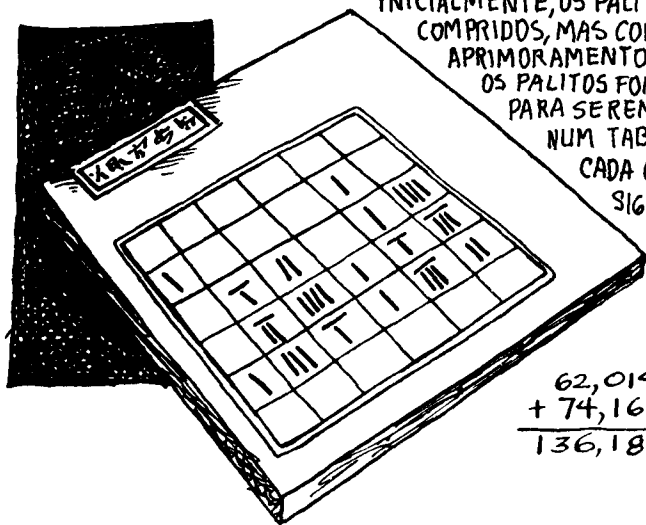


NA PRÁTICA, ISTO DAVA MUITO MENOS PROBLEMAS DO QUE SE POSSA IMAGINAR, JÁ QUE OS CHINESES NÃO FAZIAM SEUS CÁLCULOS NO PAPEL !!!

@ SISTEMACHINÊS
BASEAVA-SE NO
CÁLCULO COM
PALITOS. UMA
PILHA DE PALITOS
GUARDAVA O
REGISTRO DAS
UNIDADES, OUTRA
PILHA DAS DEZENAS
ETC... DENTRE
OUTRAS COISAS,
ISTO AJUDAVA A
MANTER O NÚMERO
DE PALITOS DENTRO
DO RAZOÁVEL.



A REPRESENTAÇÃO DESTES NÚMEROS
ERA SIMPLEMENTE UMA CÓPIA DAS
FIGURAS FEITAS COM OS PALITOS.

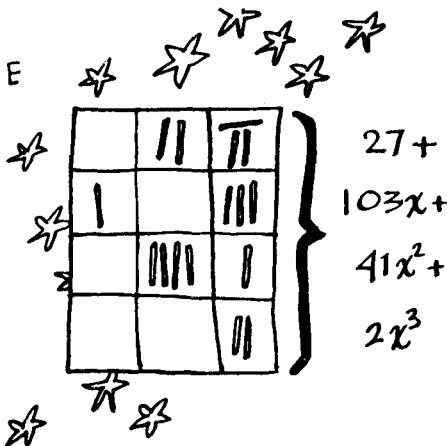


INICIALMENTE, OS PALITOS ERAM BEM
COMPRIDOS, MAS COM O
APRIMORAMENTO DO MÉTODO,
OS PALITOS FORAM REDUZIDOS
PARA SEREM USADOS
NUM TABULEIRO.

CADA QUADRADO
SIGNIFICA
ZERO.

$$\begin{array}{r} 62,014 \\ + 74,168 \\ \hline 136,182 \end{array}$$

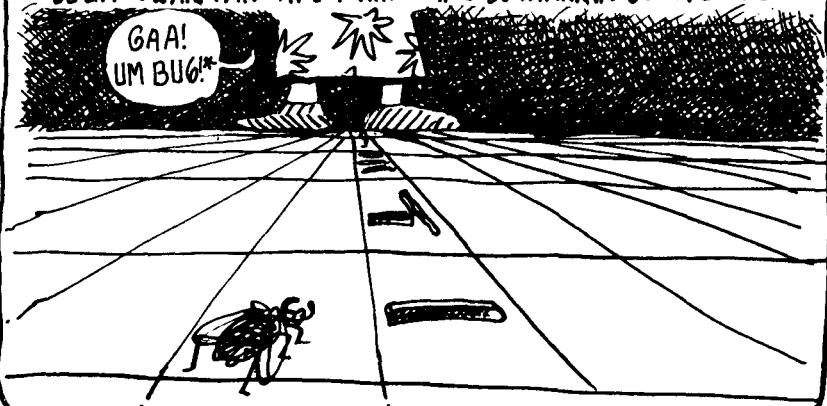
ALÉM DA ADIÇÃO,
SUBTRAÇÃO, MULTIPLICAÇÃO E
DIVISÃO, ESTE **SWAN-PAN**,
OU "TÁBULEIRO ARITMÉTICO",
FOI TAMBÉM UTILIZADO
NA ÁLGEBRA E NA
SOLUÇÃO DE EQUAÇÕES.
OS NÚMEROS NOS
QUADRADOS TORNAVAM-SE
OS COEFICIENTES
DE EXPRESSÕES
ALGÉBRICAS.



A ESTA TÉCNICA FOI DADO O NOME PITORESCO DE
"MÉTODO DO ELEMENTO CELESTIAL".

APÓS TOMAREM EMPRESTADO O PROJETO, OS JAPONESES
USARAM-NO PARA CALCULAR π (PI) COM ATÉ 50 CASAS DECIMAIS.
ATRIBUI-SE A UM CERTO MATEMÁTICO JAPONÊS A CONSTRUÇÃO
DE UM "SWAN-PAN" TIPO "MAINFRAME" DO TAMANHO DE UM SALÃO.

GAA!
UM BUG!*

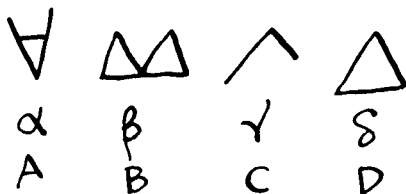


* N.T. BUG É DEFEITO EM COMPUTADOR OU PROGRAMA
MAS É TAMBÉM UM INSETO.

ENTREMENTES, LA' PELOS LADOS DO MEDITERRÂNEO,
SURTIAM DUAS GRANDES INVENÇÕES:

o ALFABETO e o ÁBACO.

O ALFABETO
TORNOU-SE UMA
DAS MAIORES
INVENÇÕES NA
HISTÓRIA DA
INFORMAÇÃO.



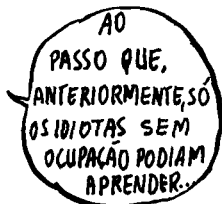
Antes

DO ALFABETO, ERA
NECESSÁRIO UM
SÍMBOLO PARA CADA
PALAVRA (OU CADA SÍLABA,
EM ALGUNS CASOS). PARA
SE APRENDER A ESCREVER,
ERA NECESSÁRIO MEMORIZAR
MILHARES DE SÍMBOLOS.



Após

DECOMPOR A LINGUAGEM
EM UNIDADES MAIS BÁSICAS,
O NÚMERO DE SÍMBOLOS
ACABOU SENDO REDUZIDO
A MENOS DE 30. ASSIM,
QUALQUER IDIOTA PODE
APRENDER A LER.



HA', AINDA, UMA VANTAGEM MENOS ÓBVIA DO ALFABETO MAS,
DE MANEIRA ALGUMA, MENOS IMPORTANTE:

a ordenação alfabética.



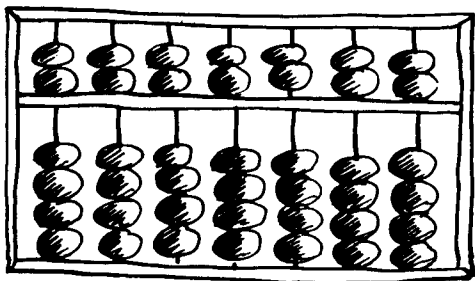
NA PÁGINA 22
MENCIONAMOS
O PROBLEMA
DE COMO
RECUPERAR
A INFORMAÇÃO
QUE FOI
ARMAZENADA,
LEMBRA-SE?

COM MILHARES DE PICTOGRAMAS, QUALQUER SISTEMA DE ARQUIVOS
FIÇARIA COMPLICADO, MAS, DADA UMA ORDEM ALFABÉTICA, PODE-SE
ORDENAR AS PALAVRAS, TAMBÉM. IMAGINE SÓ UMA LISTA TELEFÔNICA,
OU ATÉ UMA BIBLIOTECA, SEM ORDENAÇÃO ALFABÉTICA!



OS COMPUTADORES EMPREGAM GRANDE PARTE DO SEU
TEMPO COLOCANDO AS COISAS EM ORDEM!

O ÁBACO,
PRODUZIDO
ORIGINARIAMENTE
NO ORIENTE MÉDIO,
É UM CALCULADOR
DECIMAL
OPERADO
MANUALMENTE.



O QUE
ELE
FAZ?

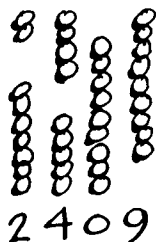
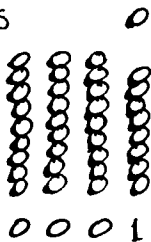
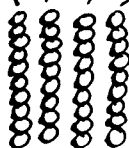


TIRA O
EMPREGO DOS
ESCRIBAS...

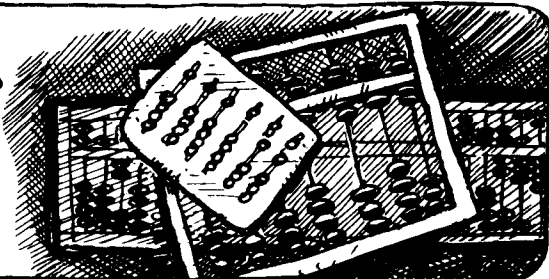


COMO O ALFABETO, O ÁBACO ERA
SIMPLES, SISTEMÁTICO E RÁPIDO.
NA SUA FORMA MAIS SIMPLES, O
ÁBACO ERA FEITO DE ALGUMAS
FILEIRAS DE BOLINHAS. UMA
BOLINHA EM UMA DADA COLUNA
VALE DEZ BOLINHAS NA COLUNA
IMEDIATAMENTE À SUA DIREITA.
E OS NÚMEROS SÃO "DIGITADOS"
EMPURRANDO-SE AS BOLINHAS
PARA CIMA.

MILHARES
CENTENAS
DEZENAS
UNIDADES



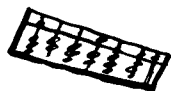
O ÁBACO TEM
PASSADO POR INÚMERAS
REENCARNAÇÕES E
TEM SIDO USADO EM
QUASE TODAS AS PARTES
DO VELHO MUNDO.



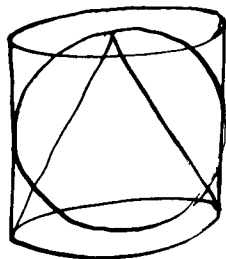
SABEMOS, ATRAVÉS
DE GRAVURAS, QUE
OS ANTIGOS GREGOS
TINHAM O ÁBACO,
MAS SEUS
MATEMÁTICOS
NUNCA O ESTUDARAM.
(OS INTELLECTUAIS
GREGOS
DESPREZAVAM O
TRABALHO
MANUAL...)



A FERRAMENTA
DOS LOJISTAS!

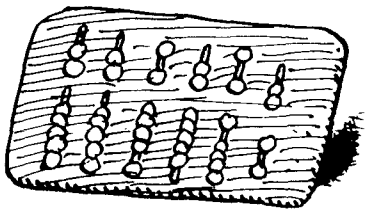


TALVEZ SEJA POR ISSO QUE OS MATEMÁTICOS GREGOS
CONCENTRAVAM-SE NA GEOMETRIA...



Os Romanos

TAMBÉM USAVAM ÁBACO.
O DELES CONSISTIA DE
BOLINHAS DE MÁRMORE
QUE DESLIZAVAM NUMA
PLACA DE BRONZE,
CHEIA DE SULCOS.

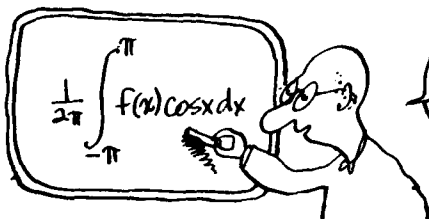


ISTO GEROU ALGUNS TERMOS MATEMÁTICOS:

EM LATIM,

CALX

SIGNIFICAVA
MÁRMORE...
ASSIM,



EO GIZ
É
CALCÁREO!!

CALCULUS

ERA UMA BOLINHA
DO ÁBACO...
E FAZER CÁLCULOS
ARITMÉTICOS, ERA

CALCULARE

SO' QUE
OS ROMANOS
NÃO CALCULAVAM
EM ALGARISMOS
ROMANOS!!

QUANTO É
MXVIII VEZES
CLXVI?

NÃO DÁ!
PERDI MINHAS
BOLINHAS...



EO IMPÉRIO ROMANO
TORNOU-SE DECADENTE...

PFFF!!
JO GUINHOS
DE
COMPUTADOR!



E CAIU...
ROMA FOI SAQUEADA...
O CRISTIANISMO
RESSURGIU DAS CINZAS...
O CONHECIMENTO
CLÁSSICO DESAPARECEU
NO OCIDENTE... E
SOMENTE ALGUNS
PROBLEMAS
MATEMÁTICOS
MANTIVERAM SUA
LEGITIMIDADE, COMO
CALCULAR O DIA DA
PÁSCOA, OU, AINDA,
QUANTOS ANJOS
CABIAM NA CABEÇA
DE UM ALFINETE...



SEIS!
CONTE-OS VOCÊ
MESMO!



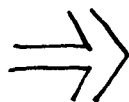
+++ EM SUMA? +++

OS TEMPOS ANTIGOS
FORAM REALMENTE A

ERA DOS
CALCULADORES.



UNI...!
DUNI...!
TÊ...!



EMBORA OS POVOS ANTIGOS DISPUSESSEM DE
MEIOS PARA **ESCREVER** NÚMEROS, OS
CÁLCULOS ERAM RARAMENTE ESCRITOS.

ISSO NÃO É FÁCIL DE ACEITAR, PARA NÓS, QUE CRESCEMOS
COM LÁPIS E PAPEL NAS MÃOS.

PORTANTO,
DA PRÓXIMA
VEZ QUE VOCÊ
OUVIR ALGUÉM
RECLAMAR
QUE AS
CALCULADORAS
ESTÃO ACABANDO
COM A
ARITMÉTICA...

COMO
PODEMOS
LEMBRAR DAS
TABUADAS?



...RESPONDA QUE AS
PESSOAS SOBREVIVERAM
COM CALCULADORAS POR
MAIS DE 4000 ANOS!!



Muito barulho pelo Nada

A TE' ONDE O CÁLCULO REMONTA, A IDADE DO PAPEL INICIOU-SE NA **ÍNDIA**, AO REDOR DE 650 A.D.



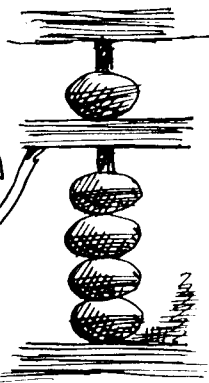
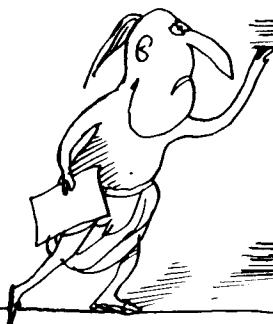
OS HINDUS JÁ HAVIAM
DESCOBERTO UM
MODO DE PRODUIR
PAPEL (DE BAIXA
QUALIDADE) A PARTIR
DE FOLHAS DE
PALMEIRAS, E SEUS
MATEMÁTICOS
INVENTARAM UM JEITO
DE USÁ-LO...



PARA TAL, INVENTARAM UM SÍMBOLO PARA O **ZERO!**



0!

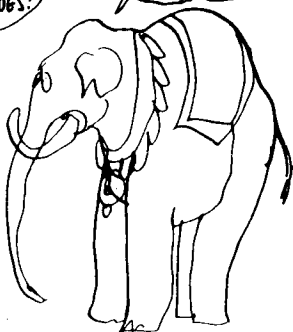


OS EQUIVALENTES
MECÂNICOS DO ZERO
JÁ ESTAVAM EM USO,
COMO AS BOLINHAS DOS
ABACOS QUE
PERMANECIAM
ABAIXADAS. É
REALMENTE IMPOSSÍVEL
CALCULAR SEM
ALGUM TIPO
DE ZERO!

POR QUE NINGUÉM TERIA
PENSADO EM COLOCÁ-LO
NA ESCRITA ANTES?
TALVEZ PORQUE A
ESCRITA FOSSE A
REPRESENTAÇÃO DA
LINGUAGEM FALADA,
SE BEM QUE
NINGUÉM DIZ —

UMA CENTENA,
NENHUMA DEZENA
E SEIS UNIDADES!

É HISTRIONISMO
OU BRAMANISMO?



MAS, POR ALGUM MOTIVO, OS HINDUS INVENTARAM UM ZERO
ESCRITO!

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

NUNCA SABEREMOS
AO CERTO
O QUE
OS INSPIROU.



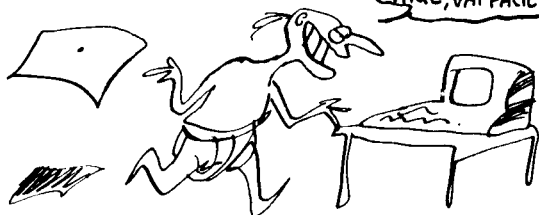
BASTOU
ULHAR PARA A
MINHA LATA DE
ESMOLAS E LA'
ESTAVA ELE...

FOSSE O QUE FOSSE, PERMITIA QUE
EXECUTASSEM A ARITMÉTICA DECIMAL
NO PAPEL.



A PRIMEIRA E
ÚNICA CALCULADORA
DESCARTÁVEL!

E ASSIM INICIOU-SE A **ERA DO LAPIS E PAPEL**, NESSES MEROS
1300 ANOS ATRÁS — CURTO ESPAÇO, COMPARADO COM A ERA
DOS CALCULADORES!!

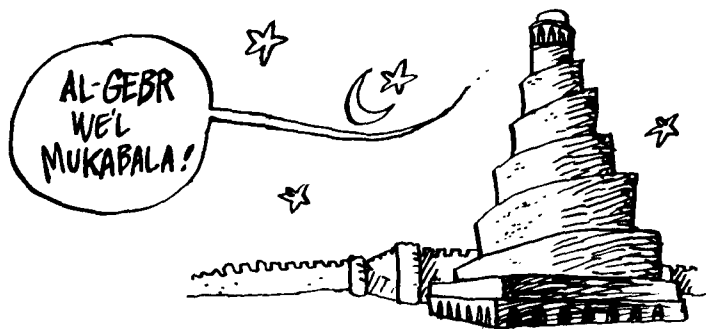


AH, BEM...VEIO
FÁCIL, VAI FÁCIL...

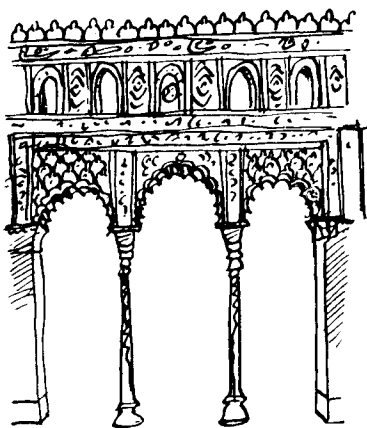
A MATEMÁTICA HINDU FOI
LEVADA PELOS
ÁRABES, QUE
A ESPALHARAM PELO
OCIDENTE, ATÉ A
ESPAÑA.



LA' PELO ANO 830, UM ESTUDIOSO PERSA ESCREVEU O LIVRO
DEFINITIVO SOBRE O ASSUNTO. SEU NOME ERA MOHAMMED
IBN MUSA ABU DJEFAR, MAIS CONHECIDO POR
AL-KHWARISMI. DO QUE O LIVRO TRATAVA?



OU **ÁLGEBRA**, PARA ENCURTAR.



AO REDOR DO ANO 1100, A CIVILIZAÇÃO MUÇULMANA HAVIA ATINGIDO TAL ESPLendor QUE OS EUROPEUS COMEÇAVAM A IMAGINAR...



ALGUNS INFIÉIS INTREPIDOS FORAM VIVER ENTRE OS ÁRABES, APRENDERAM SUA LÍNGUA, INFILTRARAM-SE NAS UNIVERSIDADES E TRADUZIRAM SEUS CLÁSSICOS PARA O LATIM.



NO LIVRO DE AL-KHWARISMI ENCONTRARAM OS ALGARISMOS HINDUS.

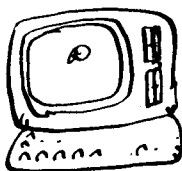


AL-KHWARISMI
AL-KARISMI
ALGARISMI
ALGARISMO

APOÓS SER USADO REPETIDAMENTE, O NOME DO MATEMÁTICO ACABOU-SE TRANSFORMANDO EM

ALGARISMO -

QUE É A REPRESENTAÇÃO NUMÉRICA NA QUAL ESTÁ BASEADO NOSSO, SISTEMA DE CÁLCULOS.



DJÓIA,
NACIB!...

E DO MESMO RADICAL VEM:

ALGORITMO,

PALAVRA USADA EM COMPUTAÇÃO, QUE EXPLORAREMOS ADIANTE...

ESSE TAL DE "ALGARISMO"
NÃO PEGOU MUITO BEM
NO INÍCIO. OS
MERCADORES NÃO O
APRECIAVAM POIS
SE PRESTAVA A
FALSIFICAÇÕES,
CONFORME
DIZIAM...

VOCÊ PODE
FAZER O "0" VIRAR 6 OU
9... O 3 PARECE
DEMAIS COM O 8 ETC...

E' POR
ISSO QUE EU
GOSTO DELES!



ETODOS CONCORDAVAM QUE ERA UM PÉ DECORAR A
TABUADA...

AÍ, AÍ...



1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
	4	6	8	10	12	14	16	18	2
		9	12	15	18	21	24	27	3
			16	20	24	28	32	36	4
				25	30	35	40	45	5
					36	42	48	54	6
						49	56	63	7
							64	72	8
								81	9

MAS, AFINAL, ACABOU PEGANDO —
NÃO QUE FOSSE OBRIGATORIAMENTE MAIS
RÁPIDA QUE O ÁBACO — E NÃO ERA —
MAS PORQUE, COMO OS ÁRABES O
SABIAM, PORÇAVA A **MANIPULAÇÃO**
DE SÍMBOLOS ABSTRATOS:
PRIMEIRAMENTE, A ÁLGEBRA; DEPOIS,
O CÁLCULO E TODA A
MATEMÁTICA DE ALTO NÍVEL.

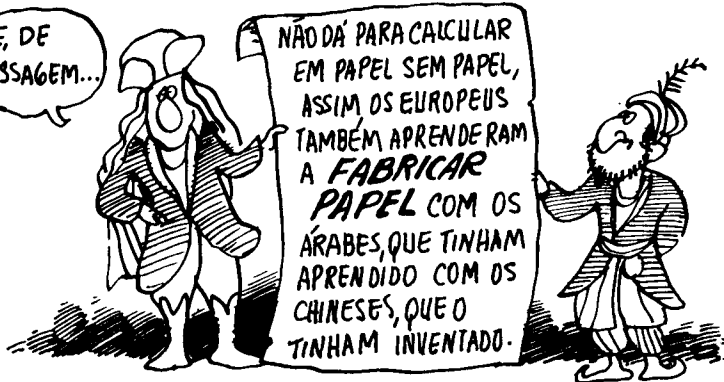
$$ax + b = 0$$

$$ax = -b$$

$$x = \frac{-b}{a}$$



E, DE
PASSAGEM...



EM TROCA, OS CHINESES
PEGARAM O

ÁBACO

E TRANSFORMARAM-NO
EM SUA CALCULADORA
Nº 1. DA CHINA,
O USO DO ÁBACO
ESTENDEU-SE ATÉ
O JAPÃO ONDE—
SERA' QUE É
PRECISO DIZER?—
O PROJETO
FOI APERFEIÇOADO!



ACHO QUE
AINDA DARIA PARA
TIRAR MAIS UMA
BOLINHA DAQUI...
OUTRA DALI...

MAS... VOLTANDO AOS ALGORISMOS... ➔

ENQUANTO OS
ESTUDIOSOS EUROPEUS
TRADUZIAM CLÁSSICOS NAS
BIBLIOTECAS ÁRABES,
OS **CRUZADOS**

FAZIAM O IMPOSSÍVEL
PARA DESTRUIR A
CIVILIZAÇÃO
ISLÂMICA.



ESTA AÇÃO COMBINADA, AGINDO NA TRADUÇÃO E NA DESTRUIÇÃO,
LEVOU AO AUMENTO DO PODER E DO CONHECIMENTO EUROPEU,
ABRINDO UMA NOVA ERA:

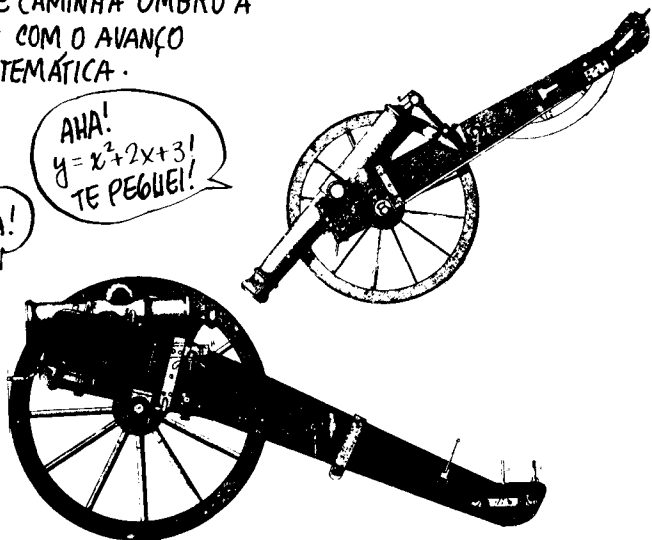
A RENASCENÇA.



O PROGRESSO ARMAMENTISTA
SEMPRE CAMINHA OMBRO A
OMBRO COM O AVANÇO
DA MATEMÁTICA.

EPA!

AWA!
 $y = x^2 + 2x + 3!$
TE PEGUEI!



NO SÉCULO XVI, **NICCOLO TARTAGLIA** (1499 — 1559) EQUACIONOU
A TRAJETÓRIA DE PROJÉTEIS (PROBLEMA IMPORTANTE NA HISTÓRIA MAIS
ATUAL DOS COMPUTADORES, COMO VEREMOS ADIANTE).

QUASE UM SÉCULO
DEPOIS, **ISAAC
NEWTON** REUNIU
AS TRAJETÓRIAS DE
PROJÉTEIS E
MOVIMENTOS DOS
PLANETAS NA
**TEORIA
GRAVITACIONAL**,
UMA DAS GLÓRIAS
QUE COROOU A ERA
DO LÁPIS E PAPEL.



NO ENTANTO,
ESTA
TEORIA
ACABOU POR
INTRODUZIR
ALGUNS
HORRORES
NA
COMPUTAÇÃO...

O PIOR DELES FOI O
**PROBLEMA DOS TRÊS
CORPOS**, QUE REQUER A
DESCRIÇÃO MATEMÁTICA DOS
MOVIMENTOS DE TRÊS
CORPOS — O SOL, A TERRA E A
LUA, POR EXEMPLO —
INTERAGINDO SOB A AÇÃO DA
GRAVIDADE. A SOLUÇÃO
ACABA SEMPRE SENDO
INCRIVELMENTE DIFÍCIL E
ENFADONHA!

ESTAMOS
CHEGANDO AO FIM
DO PAPEL!



ASSIM, UM GRANDE NÚMERO DE
CIENTISTAS COMEÇOU A
PENSAR EM FAZER ESTES
CÁLCULOS ATRAVÉS DE ALGUMA
MAQUINA...

John
NAPIER, (1550-1617),

UM ESCOCÊS MEIO MALUCO,
FAMOSO PELOS LOGARITMOS,
INVENTOU OS CHAMADOS
"OSSOS DE NAPIER."



QUE
ERAM,
SIMPLESMENTE,
TABELAS DE
MULTIPLICAÇÃO
GRAVADAS EM BASTÕES.

ATRIBUI-SE, GERALMENTE, A
Blaise
PASCAL (1623-1662),

A CONSTRUÇÃO DA PRIMEIRA
CALCULADORA.

SUA
"PASCALINE"
SOMENTE
FAZIA
SOMAS E
SUBTRAÇÕES.



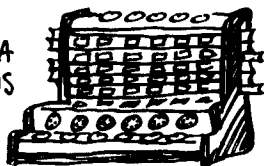
A PRIMEIRA MÁQUINA DE
VERDADE FOI CONSTRUÍDA
POR **Wilhelm**

SCHICKARD (1592-
1635).

FAZIA SOMA, SUBTRAÇÃO,
MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO...

MAS FOI
PERDIDA
DURANTE A
GUERRA DOS
TRINTA

ANOS. O
PRÓPRIO SCHICKARD MORREU DE
UMA PESTE E NÃO PÔDE DEFENDER
SUA PRIMAZIA. ASSIM...



Gottfried Wilhelm
LEIBNIZ (1646-1716)

APRIMOROU UM BOCADO O PROJETO DE
PASCAL...E

SONHAVA COM O DIA
EM QUE TODO O
RACIOCÍNIO PUDESSE
SER SUBSTITUÍDO
PELO SIMPLES
GIRAR DE
UMA
ALAVANCA!

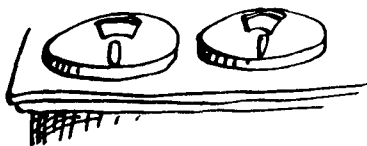


DURANTE O SÉCULO XVIII
MAIS MÁQUINAS FORAM
CONSTRUÍDAS MAS TODAS
ESTAVAM LONGE DE SER
UM COMPUTADOR DE
USO GERAL.

Por
Quê?



POR EXEMPLO: EM TODAS ELAS, O USUÁRIO ENTRAVA COM OS
NÚMEROS GIRANDO UMA SÉRIE DE BOTÕES E RODAS...



... E ENTÃO GIRAVA A
ALAVANCA
APROPRIADA PARA
SOMAR OU
MULTIPLICAR.

UM OUTRO
MODO DE DIZER A
MESMA COISA:



A ENTRADA

CONSISTIA SOMENTE DE
NÚMEROS A SEREM
COMBINADOS.

COMO ACABARA' LOGO SE
TORNANDO CLARO, UM
COMPUTADOR DE USO GERAL
DEVE SER CAPAZ DE FAZER
MAIS: DEVE LER
INSTRUÇÕES



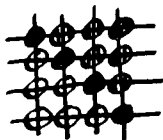
A RESPEITO DO QUE DEVERÁ
FAZER COM ESSES NÚMEROS!!!

BEM, EU
SÓ ESTAVA
TENTANDO
CONSTRUIR
UMA MÁQUINA
DE SOMAR...

A ORIGEM DESTA IDÉIA NÃO SAU DE UM LABORATÓRIO OU DO ESTUDO DE ALGUM CIENTISTA, MAS DAS FÁBRICAS ENFUMAÇADAS DA

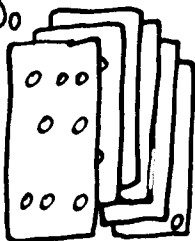
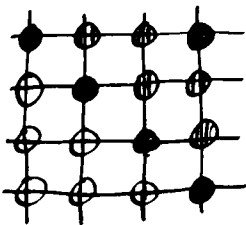
REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

VOCÊ PODE NUNCA TER PENSADO NA **MAQUINA DE TECER** COMO UM PROCESSADOR DE INFORMAÇÕES, MAS ELA TRANSFORMA UM DESENHO ABSTRATO NUM PADRÃO DE CORES, CRIADO ATRAVÉS DE VOLTAS COM CADA FIO COLORIDO, NO LUGAR APROPRIADO.



EM MEADOS DO SÉCULO XVIII, FOI INVENTADO UM SISTEMA QUE REPRESENTAVA ESTES PADRÕES EM

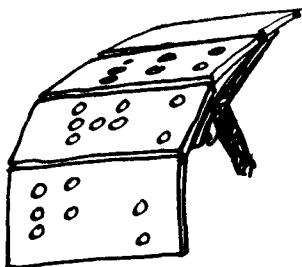
CARTÕES PERFURADOS.



ATRAVÉS DE UM TEAR MANUAL
ULTRAPASSADO, O TECELÃO LIA OS
CARTÕES, ATÉ QUE EM 1801

JOSEPH MARIE JACQUARD

INVENTOU UM TEAR
MECÂNICO COM UMA
LEITORA DE CARTÕES
AUTOMÁTICA.



ENTRAVAM OS CARTÕES, SAÍA O TECIDO...

E
SUMIAM OS
EMPREGOS!



A MÁQUINA DE JACQUARD TRABALHAVA TÃO BEM QUE
MILHARES DE TECELÕES DESEMPREGADOS SE REVOLTARAM
E QUASE MATARAM O INVENTOR.

A IDÉIA DE JACQUARD
ATRAVESSOU O CANAL ATÉ
A INGLATERRA, ONDE PRODUZIU
UMA REAÇÃO EM CADEIA
NOS MIOLOS DE

CHARLES BABBAGE

(1792-1871),

QUE FICOU CONHECIDO
COMO O "PAI DO
COMPUTADOR."



NÃO SOMOS
NADA
PARECIDOS!

POR VÁRIOS ANOS, BABBAGE, UM PROFESSOR DE MATEMÁTICA DE CAMBRIDGE, TRABALHARA NO DESENVOLVIMENTO DE UMA GRANDE CALCULADORA MECÂNICA QUE ELE CHAMARA DE "CALCULADOR DIFERENCIAL!"



MEU
QUEBRA-CABEÇAS
PARTICULAR...

ELE PODERIA CALCULAR
TABELAS MATEMÁTICAS,
SE SEU INVENTOR
TIVESSE SIDO CAPAZ DE
TERMINÁ-LO.

EM 1822,
BABBAGE
APELOU A
SOCIEDADE REAL,
PEDINDO FUNDOS
PARA CONCLUIR
SEU CALCULADOR
DIFERENCIAL
E FOI-LHE
DADA UMA
BOA SOMA.



ELE CONTRATOU UM
MECÂNICO-CHEFE
E PÔS-SE A
TRABALHAR... MAS
BABBAGE NÃO PODIA
RESISTIR À TENTACÃO
DE INOVAÇÕES
ADICIONAIS, NO MEIO
DA PRODUÇÃO!



ENTREMENTES, SUA MENTE
SUPERATIVA CONTINUAVA A
BOLAR NOVOS PROJETOS:
TABELAS DE SEGURO DE VIDA,
SINAIS LUMINOSOS, CORTADOR
DE VIDRO E ATÉ MESMO
VULCÕES (ELE ENTROU
NUM VULCÃO EM
ATIVIDADE!!)



E ASSIM AS COISAS
PERMANECERAM, ATÉ QUE
OS CARTÕES PERFURADOS
DE JACQUARD CAUSARAM
UMA NOVA REVOLUÇÃO NO
CEREBRO DE BABBAGE,
UMA MÁQUINA QUE ELE
CHAMOU DE:

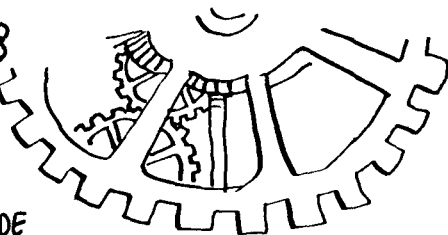


O
**CALCULADOR
ANALÍTICO!**

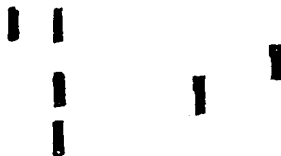
PELO FATO DELE LEMBRAR TÃO BEM UM COMPUTADOR, VAMOS
DAR UMA OLHADA COM MAIS DETALHES NO CALCULADOR
ANALÍTICO, COMO BABBAGE O IMAGINOU. ENTRE SEUS
COMPONENTES ESTAVA

o MOINHO:

UMA RODA DENTADA, NO
CORÇÃO DA MÁQUINA,
QUE SERIA UMA ENORME
MASTIGADORA DE
NÚMEROS, UMA MÁQUINA DE
SOMAR COM A PRECISÃO DE
50 CASAS DECIMAIS.



E COMO
ELE SABIA
O QUE
FAZER?



AS INSTRUÇÕES SERIAM LIDAS EM
CARTÕES PERFURADOS.

ISTO É, OS CARTÕES PERFURADOS TRANSPORTAVAM NÃO SÓ
OS NÚMEROS MAS O PADRÃO DE MARCHA TAMBÉM!



PORTANTO, A MÁQUINA PRECISARIA DE UM DISPOSITIVO DE **ENTRADA** PARA LER OS CARTÕES.

BABBAGE IMAGINOU UMA UNIDADE DE MEMÓRIA OU **ARMAZÉM** PARA GUARDAR OS NÚMEROS PARA REFERÊNCIAS FUTURAS.

ESTA UNIDADE SERIA UM BANCO DE 1000 "REGISTRADORES", CADA UM DELES CAPAZ DE ARMAZENAR UM NÚMERO DE 50 DÍGITOS. ESTES NÚMEROS PODERIAM SER OU UM NÚMERO DADO NOS CARTÕES DE ENTRADA OU O RESULTADO DAS OPERAÇÕES DO MOINHO.

O QUE
HOUVE
COM
VOCE?



PASSEI
PELO
MOINHO...

E, FINALMENTE, A

SAÍDA!

BABBAGE DESENHOU A PRIMEIRA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE IMPRESSÃO PARA MOSTRAR O RESULTADO DOS CÁLCULOS.

SERÁ QUE
ESQUECI DE
ALGO?



UM DESSES CARTÕES PERFURADOS PODERIA TER UMA DAS SEGUINTE FUNÇÕES:



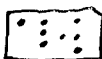
ENTRAR COM UM NÚMERO
NO ARMAZÉM



ENTRAR COM UM
NÚMERO NO MOINHO



MOVER UM NÚMERO DO
MOINHO PARA O
ARMAZÉM



MOVER UM NÚMERO
DO ARMAZÉM
PARA O MOINHO

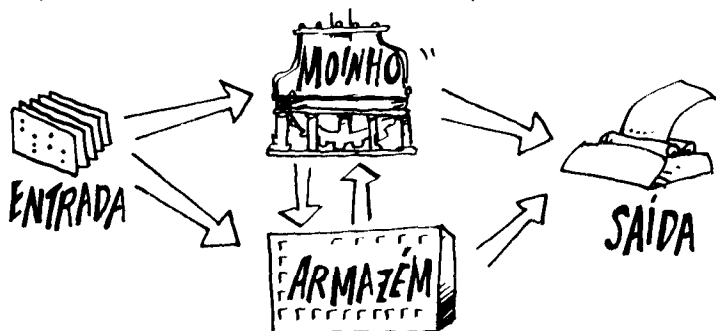


COMANDAR O MOINHO
PARA EFETUAR
UMA OPERAÇÃO



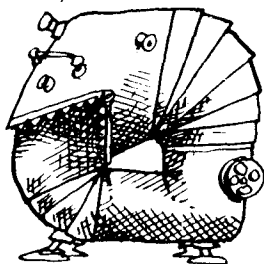
SAIR COM UM
NÚMERO

TUDO ISSO PODE SER RESUMIDO NO ESQUEMA:



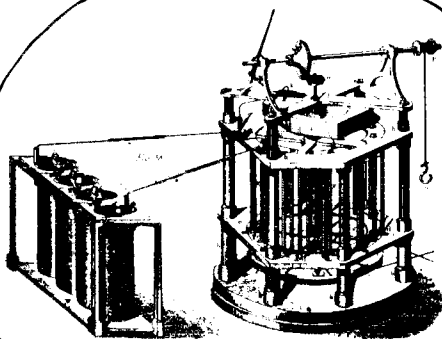
EM PARTICULAR, UM RESULTADO DO MOINHO PODERIA SER ARMAZENADO PARA REFERÊNCIA FUTURA, RETORNANDO AO MOINHO QUANDO PRECISO.

COMO BABBAGE
AFIRMAVA, O
CALCULADOR
ANALÍTICO PODIA
"MORDER O RABO".
MUITO FLEXÍVEL!



"É
PRECISO SER
FLEXÍVEL
PARA MORDER
O RABO..."

ATÉ ENTÃO, ESTAS IDEIAS NÃO HAVIAM SAÍDO DO PAPEL. ASSIM, BABBAGE COMEÇOU A PROCURAR AS "BOAS ALMAS" QUE PUDESSEM AJUDÁ-LO A PÔR SEU PLANO EM AÇÃO.



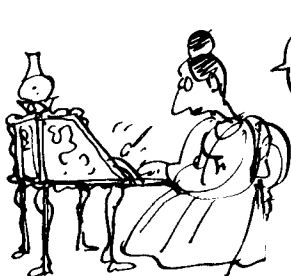
A QUE MAIS SE CONDOEU FOI:

ADA AUGUSTA,

LADY LOVELACE, FILHA DO
POETA LORD BYRON E QUE
ERA MATEMÁTICA
AMADORA ENTUSIASTA.
SE CHARLES BABBAGE É O
PAI DOS COMPUTADORES,
ADA LOVELACE É A MÃE!!



ADA TORNOU-SE A
PRIMEIRA
PROGRAMADORA:
ESCREVEU VERDADEIRAS
SÉRIES DE
INSTRUÇÕES
PARA O CALCULADOR
ANALÍTICO...



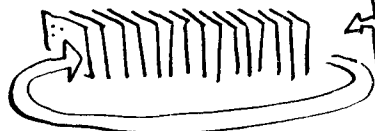
UMA PENA
NÃO ESTAR
PRONTO...

ADA INVENTOU A **SUB-ROTINA**: UMA SEQUÊNCIA DE
INSTRUÇÕES QUE PODE SER USADA VÁRIAS E VÁRIAS VEZES
EM MUITOS CONTEXTOS.



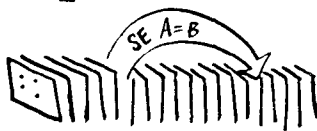
VOCÊ
PODE TER UMA
VERDADEIRA
BIBLIOTECA
DELAS!

ELA DESCOBRIU O VALOR DOS **LOOPS**: DEVERIA HAVER UMA
INSTRUÇÃO QUE RETORNASSE A LEITORA DE CARTÃO A UM
CARTÃO ESPECÍFICO, DE MODO QUE A SEQUÊNCIA PUDESSE
TER SUA EXECUÇÃO REPETIDA.



"VÁ PARA O
CARTÃO
NÚMERO 1..."

E SONHAVA COM O **SALTO CONDICIONAL**: A
LEITORA DE CARTÃO PODERIA "SALTAR" PARA UM OUTRO
CARTÃO **SE** ALGUMA CONDIÇÃO FOSSE SATISFEITA.

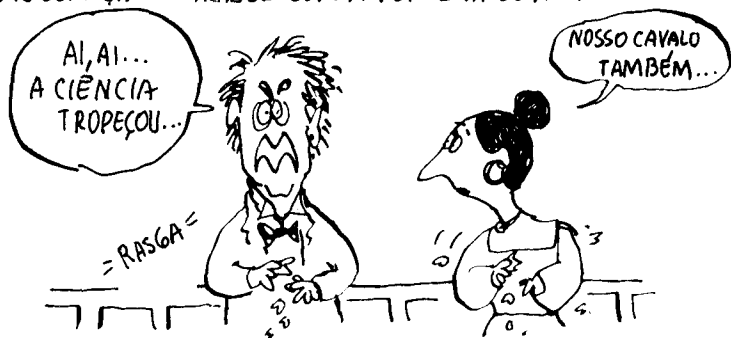


ELA
PODE
TOMAR
DECISÕES!

NADA MAL PARA UMA
MÁQUINA QUE NUNCA
EXISTIU... O GOVERNO SE
RECUSOU A APOIAR O
PROJETO EM VISTA DO
PASSADO DE BABBAGE COM
O CALCULADOR
DIFERENCIAL.



DESESPERADO ATRÁS DE FINANCIAMENTO, BABBAGE BOLOU UMA
FORMULA CIENTÍFICA PARA ACERTAR OS CAVALOS GANHADORES
DAS CORRIDAS — E ACABOU COM A FORTUNA DE ADA.



A HISTÓRIA TEVE UM
FINAL TRISTE: ADA
MORREU AINDA JOVEM...
E BABBAGE NUNCA
CONSEGUIU ACABAR
O CALCULADOR
ANALÍTICO, QUE SE
TORNOU O PRIMEIRO
EXEMPLO DA:



OS MAFADADOS INVENTORES
ESTAVAM MUITO ALEM DE
SEU TEMPO. NADA EQUIVALENTE
AO CALCULADOR ANALÍTICO
APARECEU ATÉ
A ÚLTIMA DÉCADA
DE 40.

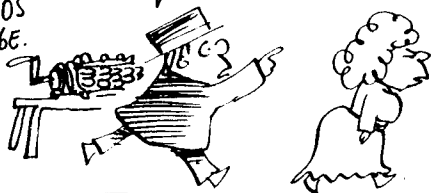
QUASE TÃO
ATRASADO QUANTO
NOSSO CAVALO...



ENTREMENTES, AS COISAS SEGUIAM DOIS CAMINHOS:

DE UM LADO, AS
CALCULADORAS
MECÂNICAS: VÁRIOS
ENGENHEIROS
CONSTRUÍRAM
CALCULADORES
DIFERENCIAIS INSPIRADOS
NA MÁQUINA DE BABBAGE.
POR UM MOTIVO OU
OUTRO, NUNCA
PEGARAM...

VOCÊ NÃO **QUER**
CALCULAR $x^2 + x + 41$
EM CASA?



UAU!
EFEITOS
SONOROS!

...EMBORA AS
MÁQUINAS DE SOMAR
DE MESA E CAIXAS
REGISTRADORAS
REALMENTE ACABASSEM
POR SE TORNAR
ACESSÓRIOS,
INDISPENSÁVEIS
NOS NEGÓCIOS.

POR OUTRO LADO, APARECIAM AS MÁQUINAS
PERFURADORAS DE CARTÕES, COMEÇANDO
COM AS TABULADORAS DE CENSO, CRIADAS POR

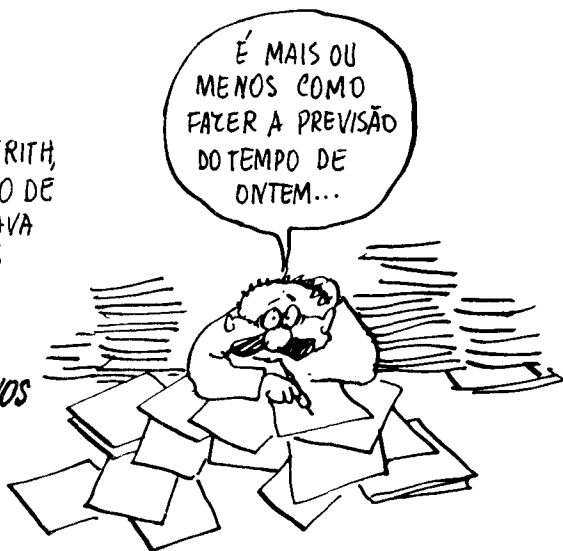
HERMAN HOLLERITH (1860-1929)

DA MESMA FORMA QUE BABBAGE, HOLLERITH
SE INSPIROU NO TEAR DE JACQUARD E
INVENTOU UMA MÁQUINA EXCLUSIVAMENTE
PARA ACUMULAR E CLASSIFICAR
INFORMAÇÃO.

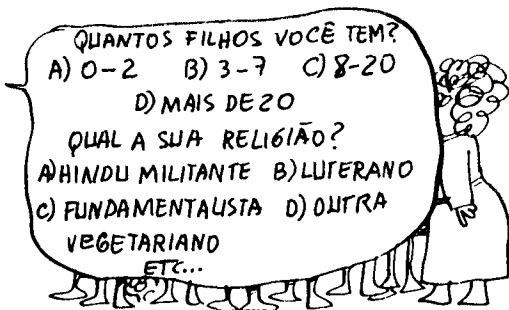


JA' QUE ERA UMA TAREFA INÉDITA PARA UMA MÁQUINA
— E O TIPO PARA O QUAL, IDEALMENTE, SERVE O
COMPUTADOR — MELHOR A EXAMINARMOS MAIS DE
PERTO.

ANTES DE HOLLERITH,
O DEPARTAMENTO DE
CENSO PROCESSAVA
TODOS OS DADOS
MANUAL... E
LENTAMENTE. O
CENSO DE 1880
DEMOROU **7 ANOS
E MEIO** PARA
DIVULGAR SEU
RESULTADO!



NAQUELA ÉPOCA (E HOJE TAMBÉM), O CENSO CONSISTIA DE UMA SÉRIE DE PERGUNTAS DE MÚLTIPLA ESCOLHA...



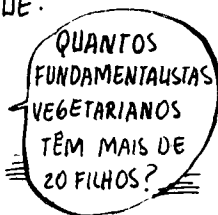
ATRAVÉS DISSO, DESEJAVAM-SE SABER:

O NÚMERO TOTAL DE CIDADÃOS...

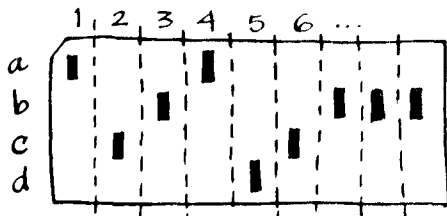
QUANTOS TINHAM DE 0 A 2 FILHOS...

QUANTOS ERAM HINDUS MILITANTES... ETC!

DA MESMA FORMA QUE:



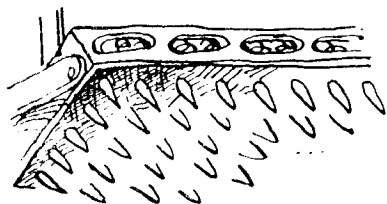
HOLLERITH PROPÕS, ENTÃO, COLOCAR AS RESPOSTAS DE CADA PESSOA NUM SIMPLES CARTÃO PERFURADO, DO TAMANHO DE UMA NOTA ANTIGA DE UM DÓLAR



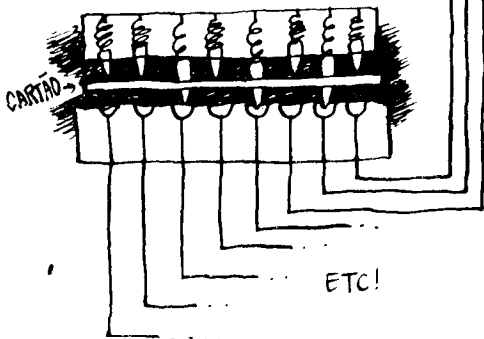
SIMPLIFICANDO, CADA COLUNA REPRESENTAVA UMA PERGUNTA. O FURO EM DETERMINADA COLUNA REPRESENTAVA A RESPOSTA ÀQUELA PERGUNTA.

ESTE CARTÃO MOSTRA AS RESPOSTAS: 1-a, 2-c, 3-b, 4-a, 5-d ETC...

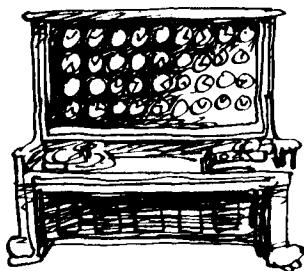
OS CARTÕES ERAM "LIDOS" POR UM DISPOSITIVO QUE CONSISTIA DE UMA TÁBUA DE PEQUENOS PINOS MONTADOS SOBRE MOLAS E QUE CONDUZIAM ELETRICIDADE.



QUANDO ELES ENTRAVAM EM CONTATO COM O CARTÃO, SOMENTE OS PINOS QUE ESTIVESSEM SOBRE OS FUROS PASSAVAM. CADA UM DESTES TOCAVA, ENTÃO, UMA PEQUENA CAVIDADE COM MERCÚRIO, FECHANDO O CIRCUITO ELÉTRICO.



CADA CAVIDADE ESTAVA LIGADA A UM CONTADOR, QUE ERA ACIONADO CADA VEZ QUE UM PULSO ELÉTRICO ERA TRANSMITIDO.



ASSIM, OS TOTAIS INSTANTÂNEOS DE CADA RESPOSTA POSSÍVEL ERAM CONTINUAMENTE EXIBIDOS.



SERÁ QUE ELA CONTA TAMBÉM O NÚMERO DE DEMITIDOS NO DEPARTAMENTO DE CENSO?

OTABULADOR TAMBÉM
AJUDAVA A RESPONDER
PERGUNTAS COMO: "QUANTOS
RESPONDERAM 2-a E
TAMBÉM RESPONDERAM 3-c?"



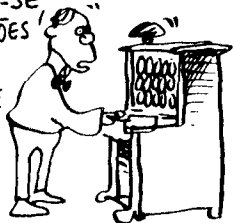
QUE DAVA:
"QUANTOS HINDUS
MILITANTES
VIVEM EM
PELOTAS?"

EIS COMO:

PRIMEIRO,
FAZENDO
COM QUE UMA
CAMPAINHA
TOCASSE SEMPRE
QUE UM CARTÃO
TIVESSE A
RESPOSTA 2-a.



AI, PASSAVAM-SE
TODOS OS CARTÕES
PELA MÁQUINA,
RETIRANDO-SE
TODOS OS QUE
TOCASSEM A
CAMPAINHA.



ISTO CRIAVA
UMA PILHA DE
CARTÕES DOS
HINDUS
MILITANTES,
QUE ERAM
PASSADOS PELO
TABULADOR NOVAMENTE.



A
MÁQUINA
MOSTRAVA
ENTÃO OS
TOTAIS DE
HINDUS
MILITANTES.

QUANTOS
VIVEM EM
PELOTAS?

ZERO!



ESTE TIPO DE
TRABALHO - ANALISAR
E COMPARAR
GRANDES VOLUMES
DE INFORMAÇÃO -
É ATUALMENTE
CONHECIDO
COMO:

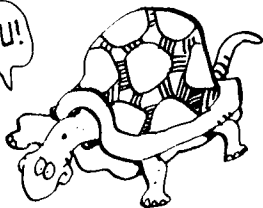
PROCESSAMENTO de DADOS

O TABULADOR DE HOLLERITH REDUZIU
O TEMPO DE PROCESSAMENTO DE
DADOS DO CENSO DE 1890 EM

DOIS TERÇOS,

PARA 2 ½ ANOS. AINDA É MUITO
TEMPO MAS, NAQUELA ÉPOCA, O
RESULTADO FOI EXPRESSIVO!!!

UAU!



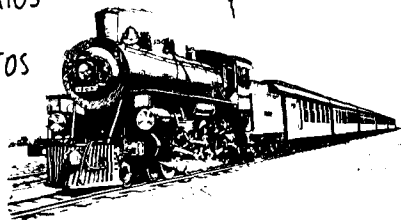
HOLLERITH FUNDOU UMA COMPANHIA PARA PRODUIR SEU
PROCESSADOR DE DADOS OPERADO POR CARTÕES, E TEVE
INÚMEROS CLIENTES:

UMA REDE FERROVIÁRIA USAVA
O TABULADOR PARA VERIFICAR
AS ESTATÍSTICAS DE FRETE...

UM FABRICANTE DE FERRAMENTAS
USOU-O PARA CÁLCULO DE
CUSTOS, ANÁLISE DE FOLHA
DE PAGAMENTO E INVENTÁRIOS
DA ADMINISTRAÇÃO...

UMA LOJA DE DEPARTAMENTOS
PRECISOU DELE PARA
GUARDAR REGISTROS DE
MERCADORIAS, VENDAS,
VENDEDORES,
FREQUÊNCES ETC., ETC...

ESTA
EMPRESA
VAI LONGE!



ASSIM

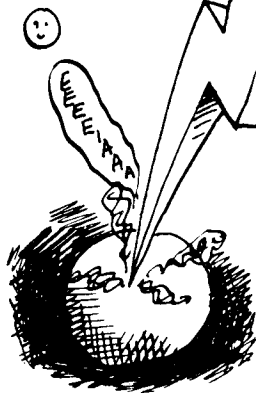
A FIRMA DE HOLLERITH PROSPEROU... MAIS TARDE
ELA SE DEDICOU AOS COMPUTADORES E PROSPEROU
TAMBÉM... ELA É NADA MENOS QUE A

IBM

TÃO GRANDE QUE
NEM CABE NO QUADRO!



SE, POR ACASO, VOCÊ NÃO
NOTOU, O TABULADOR DE
HOLLERITH USAVA
ELETRICIDADE.



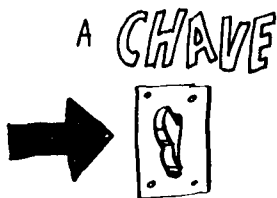
ISTO NOS TRAZ AO SÉCULO XX E SUAS
MARAVILHAS ELETRÔNICAS, RÁDIO, TELEFONE,
A LÂMPADA INCANDESCENTE, QUE
DESEMPENHAM UM PAPEL IMPORTANTE
NOS EPISÓDIOS FINAIS DA
EVOLUÇÃO DO COMPUTADOR...

ALÔ ?
GOSTARIA DE
DAR PARTE DO
ROUBO DE
MEU TROVÃO...

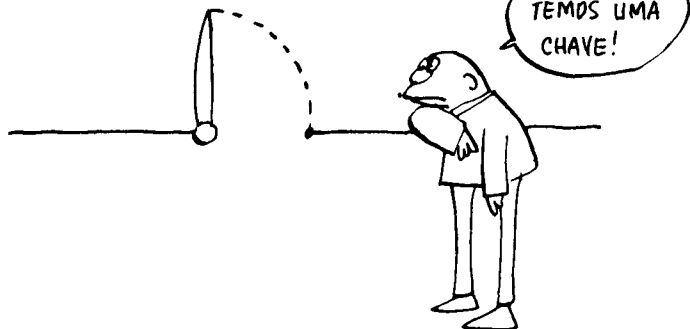


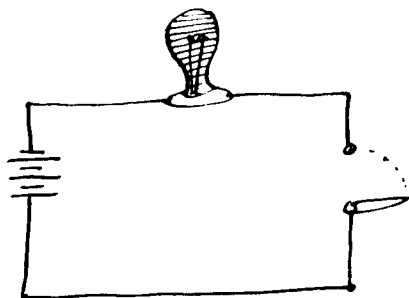


NO MEIO DE TODOS ESSES
"EMARANHADOS CIRCUITOS"
ALGUNS PESQUISADORES
VOLTARAM SUA ATENÇÃO PARA
O COMPONENTE MAIS
BÁSICO DE TODOS:



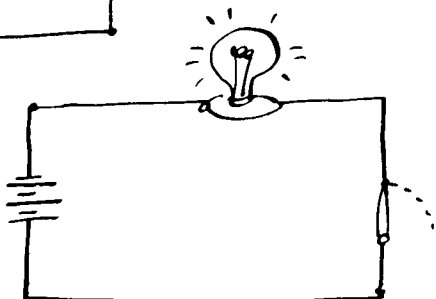
QUALQUER TIPO DE DISPOSITIVO
QUE PODE ABRIR OU FECHAR UM CIRCUITO
ELÉTRICO É CHAMADO DE CHAVE:





QUANDO A CHAVE ESTA' ABERTA, O CIRCUITO E' INTERROMPIDO E NÃO FLUI CORRENTE PARA A LÂMPADA.

QUANDO A CHAVE ESTA' FECHADA, O CIRCUITO E' COMPLETADO E A LÂMPADA SE ACENDE.



ALGUMAS CHAVES COMUNS:

CHAVES
TIPO
ALAVANCA



CHAVES
ROTATIVAS



DESL.



- LIGA

DESL. LIGA

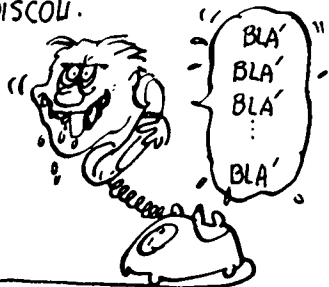


CHAVES
DE PRESSÃO



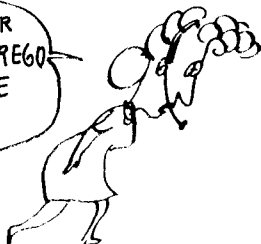
UMA CHAVE MENOS
FAMILIAR É A CHAVE
TELEFÔNICA.

VOCÊ NÃO PODE VÊ-LA
MAS ELA COMPLETA A LIGAÇÃO
ENTRE SEU APARELHO E
AQUELE PARA ONDE VOCÊ
DISCOU.



O RELE' TELEFÔNICO PODIA CHAVEAR MUITO MAIS RAPIDAMENTE QUE A MÃO — QUASE 5 VEZES POR SEGUNDO! OS PAINÉIS DE CHAVE TORNARAM-SE, ENTÃO, OBSOLETOS...

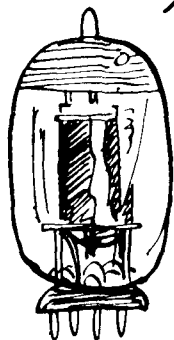
ACHO MELHOR
PROCURAR EMPREGO
NA FÁBRICA DE
RELE'S...



MAS ELE NÃO PÔDE
FAZER FRENTE A UM
OUTRO TIPO DE CHAVE
INVENTADA ATÉ
MESMO ANTES:
A **VÁLVULA.**



LEMBRA-SE
DELAS,
BRILHANDO
NA PARTE
DE TRÁS
DOS
RÁDIOS?
NÃO LEMBRA?
AH...



A VÁLVULA TAMBÉM PODE SER
LIGADA OU DESLIGADA COMO UMA CHAVE,
— MAS TÃO RAPIDAMENTE QUE NÃO A VEMOS
— COMUTAR... ELA SIMPLEMENTE
— CINTILA ... MAS PODE SER CHAVEADA ATÉ

1.000.000

VEZES POR SEGUNDO!!!



E AQUI
ESTÁ A CHAVE:

NÃO MUITO DEPOIS DA INVENÇÃO
DESTAS CHAVES PERCEBEU-SE QUE
ELAS PODIAM SER TRANSFORMADAS
EM COMPONENTES DE COMPUTADORES!

GRUPOS DE CHAVES
PODEM SER
COMBINADOS
PARA **SOMAR,**
ARMAZENAR
E MESMO PARA EXPRESSAR
RELAÇÕES
LÓGICAS

(SEJA ISSO LA' O QUE FOR).
DETALHES ADIANTE!

SE EU
COLOCAR O
DEDO **E** AÇIONAR
A CHAVE
ENTÃO
SEREI UM
ENGENHEIRO
MORTO!

LA' POR VOLTA DE 1930, MUITA GENTE
HAVIA PERCEBIDO QUE COMPUTADORES
RÁPIDOS PODIAM SER CONSTRUÍDOS A
PARTIR DE SUCATA
DAS PRATELEIRAS!!

ATUM?
SOPA?
ESPAQUETE
ENLATADO?

A DESPEITO DA VELOCIDADE FANTÁSTICA DE CHAVEAMENTO DA VÁLVULA, AS PRIMEIRAS MÁQUINAS DE CALCULAR USAVAM CHAVES ELETROMECÂNICAS COMO OS RELÊS, PORQUE ERAM MAIS CONFIÁVEIS.

AS VÁLVULAS
ESQUENTAM DEMAIS
E ACABAM
QUEIMANDO!

ISTO LEMBRA
MEU EX-MARIDO...

Quem construiu O PRIMEIRO COMPUTADOR ELETROMECÂNICO? O PRIMEIRO A FAZÊ-LO FOI **KONRAD ZUSE** (1910-).

SEU Z-1, CONSTRUÍDO EM 1936,
ERA CONSTITUÍDO DE RELÊS QUE
EXECUTAVAM OS CÁLCULOS E OS
DADOS ERAM LIDOS A PARTIR DE
UM FITA PERFURADA.



ZUSE, QUE ERA ALEMÃO, TENTOU
VENDER O Z-1 AO GOVERNO
PARA USO MILITAR.

DA' PARA
JOGAR "BATALHA
INGLESA"! "INVASORES
FRANCESES"!
"ESTALIN GRADO!"



OS NAZISTAS DISSERAM TER
"PRATICAMENTE" GANHO A GUERRA
E O DESPREZARAM... E
PROVAVELMENTE MUDARAM O
CURSO
DA
HISTÓRIA!!



O COMPUTADOR REALMENTE
NASCEU COM A

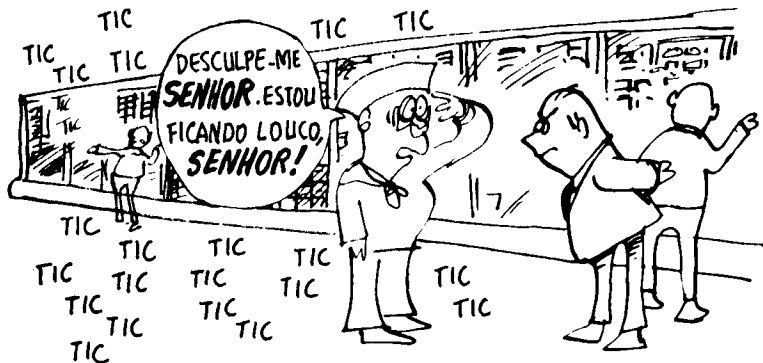
**II GUERRA
MUNDIAL!**

(NOTE O ALGARISMO
ROMANO!)

NOS **ESTADOS UNIDOS**,
A MARINHA, EM CONJUNTO COM
A UNIVERSIDADE DE HARVARD
E A IBM, DESENVOLVEU O
MARK I, UM GIGANTE
ELETROMAGNÉTICO,
LANÇADO EM 1944.



PROJETADO PELO PROFESSOR HOWARD AIKEN, DE HARVARD, E
BASEADO NO CALCULADOR ANALÍTICO DE BABBAGE, O MARK I
OCUPAVA APROXIMADAMENTE 120M³, COM MILHARES DE RELE'S.
QUANDO LIGADO, SEU BARULHO ERA COMPARADO AO DE UM
MILHÃO DE AGULHAS DE TRICÔ EM AÇÃO!!



O MARK I CONSEGUIA
MULTIPLICAR NÚMEROS DE
10 DÍGITOS (UMA MEDIDA TÍPICA
DE VELOCIDADE PARA COMPUTADORES)
EM **3 SEGUNDOS** EM MÉDIA.

UMA VELOCIDADE
NUNCA VISTA
ANTES!



EM SEGREDO (PARA A MARINHA), O EXÉRCITO TAMBÉM APOIAVA O DESENVOLVIMENTO DE SEU COMPUTADOR— E ESTE SÓ USARIA VÁLVULAS!

VOCÊS VÃO VER, SEUS MARINHEIROS DE ÁGUA DOCE!



SEU OBJETIVO ERA O MESMO DE TARTAGLIA, LA' POR 1500: CALCULAR AS **TRAJETÓRIAS** DE PROJÉTEIS COM MAIOR PRECISÃO.

TARTAGLIA HAVIA SE ENGANADO AO DIZER QUE OS PROJÉTEIS DESCREVIAM TRAJETÓRIAS PARABÓLICAS. NA REALIDADE, A RESISTÊNCIA DO AR ALTERA SUA TRAJETÓRIA DE MODO SURPREENDENTE, E BEM COMPLEXO, POIS VARIA COM A ALTITUDE.



DURANTE A PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL, O CANHÃO ALEMÃO "BIG BERTHA" LANÇOU PROJÉTEIS A ATÉ 160 QUILOMETROS, DUAS VEZES MAIS DO QUE A DISTÂNCIA MÁXIMA CALCULADA POR FÓRMULAS SIMPLIFICADAS!

NOS CAÇAS E
BOM BARDEIROS
PRECISAVA-SE, ENTÃO,
DE **TABELAS DE
BALÍSTICA**
MAIS PRECISAS
PARA ACERTAR OS
ALVOS. REALMENTE,
ERA IMPOSSÍVEL
CALCULÁ-LAS
DURANTE O VÔO!

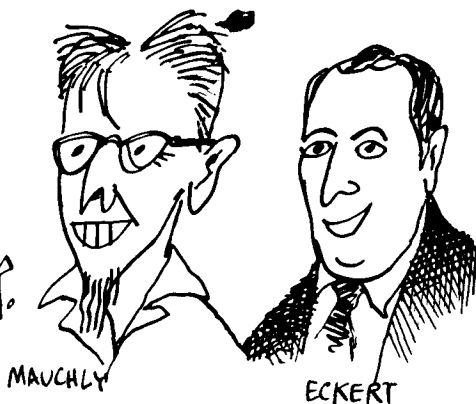


ESSAS TABELAS DE BALÍSTICA ERAM CALCULADAS EM SALAS ENORMES, CHEIAS DE
GAROTAS COM SUAS MÁQUINAS DE SOMAR—E, MESMO ASSIM, O TRABALHO ERA
VAGAROSO.



OS ENGENHEIROS—
CHEFES DA ÁREA DE
PROJETO DO EXÉRCITO
CHAMAVAM-SE

**J. PERSER
ECKERT**
E
JOHN MAUCHLY.



O RESULTADO DE SEU TRABALHO FOI O MONUMENTAL
ENIAC: ELETRONIC NUMERIC INTEGRATOR
AND CALCULATOR. COM 18 000
VÁLVULAS, O ENIAC ERA *RÁPIDO*:



(ELE NECESSITAVA, POR
OUTRO LADO, DE SISTEMA
DE AR CONDICIONADO
PRÓPRIO !)

/// O ÚNICO PROBLEMA
COM O ENIAC:

ELE NÃO CONSEGUIU
SER ACABADO ANTES
DE 1946, OU SEJA,
VÁRIOS MESES APÓS
O FIM DA GUERRA!



>SUSPIRO<
É A LEI DE
BABBAGE!





O MELHOR DA
GUERRA É QUE
SEMPRE HÁ
OUTRA!

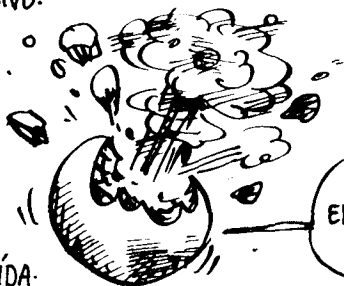
ASSIM, O EXÉRCITO COLOCOU
O ENIAC EM FUNCIONAMENTO
PENSANDO NA PRÓXIMA
GUERRA E FAZENDO
CÁLCULOS PARA O
PROGRAMA DE ARMAMENTO
NUCLEARES...

O ENIAC PODE TER SIDO RÁPIDO, MAS, DE CERTA FORMA, ERA UM
TANTO QUANTO
BURRO. SUA
MEMÓRIA ERA
MUITO PEQUENA
E A CADA NOVA
OPERAÇÃO ERA
NECESSÁRIO
RECONFIGURAR
TODA A FIAÇÃO.



EM OUTRAS
PALAVRAS, ERA
PROGRAMADO POR
CHAVE DE FENDA!

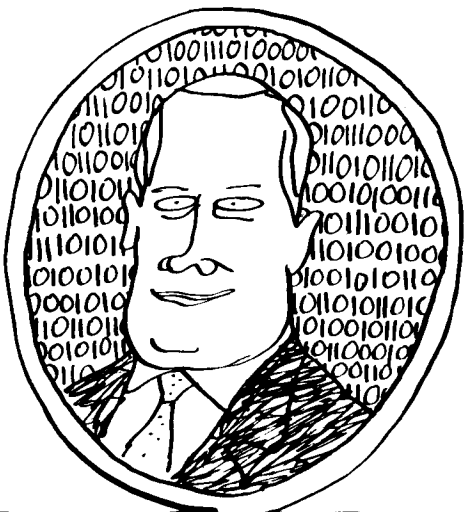
UM FATO TAMBÉM EXPRESSIVO:
COM 18 000 VÁLVULAS,
CHAVEANDO A UMA TAXA DE
100 000 VEZES POR
SEGUNDO, O ENIAC TINHA
POR OBRIGAÇÃO SER
MUITO MAIS CONFIÁVEL DO
QUE QUALQUER OUTRA
MÁQUINA JAMAIS CONSTRUÍDA.



QUALQUER
ERRO PODERIA
SER FATAL!

AI ENTRA
**JOHN VON
NEUMANN**

(1903-1957), A
UM PROFESSOR DE
MATEMÁTICA DE
PRINCETON QUE, MAIS
DO QUE QUALQUER
OUTRO, TEM O MÉRITO DE
TRANSFORMAR OS
CALCULADORES
ELETRÔNICOS EM
"CÉREBROS ELETRÔNICOS".



VON NEUMANN PROPUNHA A **ESTRUTURA LÓGICA** DO COMPUTADOR
CONFORME A SEGUINTE ABSTRAÇÃO: COMO CONTROLAR A SI PRÓPRIO,
QUAL SUA CAPACIDADE DE MEMÓRIA, QUAL O USO DA MEMÓRIA ETC...
E SE PERGUNTAVA COMO OS COMPUTADORES PODIAM SER FEITOS
SEGUNDO O MODELO HUMANO, OU SEJA, SEGUNDO O SISTEMA
NERVOSO CENTRAL.



OH, O OSSO DE
ENTRADA.
LIGADO AO OSSO
DE MEMÓRIA...

CONSIDERE COMO UM SER HUMANO "PROCESSA UM PROGRAMA":

QUANDO UM
CIRURGIÃO COMEÇA
A CORTAR O
PACIENTE, ELE NÃO
DEVE CONSULTAR
SEUS LIVROS,
PARA PROSSEGUIR.



"PASSO 2:
APALPE AO
REDOR PARA
IDENTIFICAR
O TUMOR."

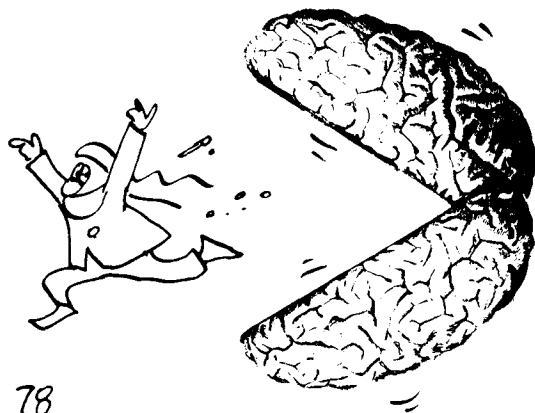
Não...

PRIMEIRAMENTE,
O CIRURGIÃO
CURSA A
FACULDADE,
LÊ OS
PROCEDIMENTOS
E OS
APRENDE.

"PASSO 3:
CHAME SEU
ANALISTA DE
INVESTIMENTOS."



ISTO ACELERA CONSIDERAVELMENTE O PROCESSO CIRÚRGICO!

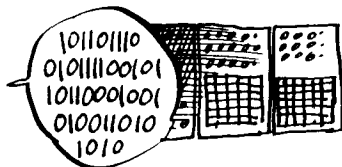


SEU CÉREBRO ESTÁ
REPLETO DESSES
"PROGRAMAS
ARMAZENADOS":
VOCÊ SABE COMO
AMARRAR OS
SAPATOS, COMO SE
ALIMENTAR, COMO
MULTIPLICAR 94 POR 16,
COMO FALAR,
COMO ANDAR...

VON NEUMANN PROPÕS CONSTRUIR COMPUTADORES QUE:

1.

CODIFICASSEM AS INSTRUÇÕES DE UMA FORMA POSSÍVEL DE SER ARMAZENADA NA MEMÓRIA DO COMPUTADOR. VON NEUMANN SUGERIU QUE SE USASSEM CADEIAS DE UNS E ZEROS.



AGORA VOCÊ
ESTÁ FALANDO
A MINHA
LÍNGUA!

2.

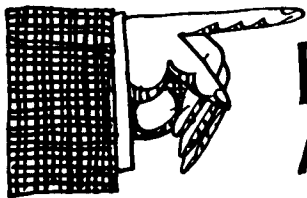
ARMAZENASSEM AS INSTRUÇÕES NA MEMÓRIA, BEM COMO TODA E QUALQUER INFORMAÇÃO (NÚMEROS ETC...) NECESSÁRIA À EXECUÇÃO DESSA TAREFA ESPECÍFICA.

O EQUIVALENTE
A CURSAR A
FACULDADE DE
MEDICINA!



3.

QUANDO PROCESSASSEM O PROGRAMA, BUSCASSEM AS INSTRUÇÕES DIRETAMENTE DA MEMÓRIA, AO INVÉS DE LEREM UM NOVO CARTÃO PERFURADO A CADA PASSO.



ESSE É O CONCEITO DE
**PROGRAMA
ARMAZENADO.**

As vantagens?



RAPIDEZ:

DA MESMA FORMA QUE O CIRURGIÃO, O COMPUTADOR AGE MUITO MAIS RAPIDAMENTE TRAZENDO AS INSTRUÇÕES DIRETAMENTE DO "CÉREBRO" AOS "DEDOS", AO INVÉS DE "PROCURÁ-LAS NO LIVRO", APÓS A EXECUÇÃO DE CADA PASSO.



VERSATILIDADE:

COM VÁRIOS PROGRAMAS ARMAZENADOS SIMULTANEAMENTE, CADA UM DELES PODE REFERENCIAR O OUTRO, SE PROCESSADOS EM COMBINAÇÃO. O ATO CIRÚRGICO TAMBÉM É UMA COMBINAÇÃO DESTE TIPO.



AUTOMODIFICAÇÃO:

COMO SÃO ARMAZENADOS ELETRONICAMENTE, OS PROGRAMAS PODEM SER FACILMENTE ESCRITOS PARA SE ALTERAREM OU SE AJUSTAREM. ISTO ACABA TENDO IMPORTÂNCIA CRÍTICA!



PARA ATINGIR SEU OBJETIVO, VON NEUMANN ESCREVEU OS CÓDIGOS PARA UM PROGRAMA CHAMADO:

ORDENAR E ENTRELAÇAR



É FÁCIL DESCREVÊ-LO:

DADAS DUAS LISTAS
DE NOMES (POR
EXEMPLO):

ABRAÃO, S.
ALVES, J.
ALVES, B.
ASSIS, I.

TAVARES, L.
BATISTA, J.
ORCA, G.
AUGUSTO, A.



ABRAÃO, S.
ALVES, B.
ALVES, J.
ASSIS, I.
AUGUSTO, A.
BATISTA, J.
ORCA, G.
TAVARES, L.

FAZER UMA NOVA LISTA EM ORDEM ALFABÉTICA.

ESTE PROCESSO APARENTEMENTE SIMPLES ACABA CONSUMINDO UMA ENORMIDADE DE TEMPO, SE AS LISTAS FOREM EXTENSAS.

ASSIM:

TEMOS À FRENTE UMA
TAREFA IDEAL PARA UM
COMPUTADOR, QUE
PRATICAMENTE NÃO ENVOLVE
CÁLCULOS MATEMÁTICOS.
PODE-SE VER COMO ESTA
TAREFA É BEM VISTA POR
AQUELES QUE COMPILAM
LISTAS TELEFÔNICAS OU
QUIAS DE ENDEREÇO!!



NA VERDADE, HA'
DISCUSSÕES A RESPEITO
DE QUEM INVENTOU O
PROGRAMA ARMAZENADO.
O ECKERT E O MAUCHLY
TAMBÉM REQUERIAM
OMÉRITO... E O
PROJETO **ENIAC**
ACABOU SE
DISSOLVENDO
NUMA ENXURRADA
DE PROCESSOS
SOBRE QUEM ERA
DONO DE QUAL
IDÉIA...



E NÃO
SE VIU NADA
IGUAL ATÉ A
SEPARAÇÃO
DOS BEATLES!

DEM-VINDO
À ERA DOS
COMPUTADORES...



O ARMAZENAMENTO
DE PROGRAMAS FOI O
MARCO SEPARADOR
ENTRE TUDO O QUE
SE FEZ ATÉ O **ENIAC**
E OS VERDADEIROS
COMPUTADORES.



SE OS COMPUTADORES TIVESSEM CONTINUADO TÃO VOLUMINOSOS QUANTO O **ENIAC**, NÃO SERIAM O QUE SÃO HOJE... MAS NÃO CONTINUARAM, E SÃO...

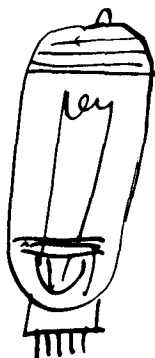
EM 1947, ANO SEGUINTE À CONCLUSÃO DO **ENIAC**, UM GRUPO DE STANFORD INVENTOU O

TRANSISTOR,

USANDO ELEMENTOS CHAMADOS **SEMICONDUCTORES**.

COMO AS VÁLVULAS, OS TRANSISTORES PODEM FUNCIONAR COMO CHAVES, PORÉM:

SÃO MENORES,
MAIS RÁPIDOS,
NÃO ESQUENTAM,
DURAM MAIS E
CONSUMEM MUITO
MENOS ENERGIA.



TA' NA
HORA DE SE
APOSENTAR,
GORDUCHA!

OS PRIMEIROS COMPUTADORES
TRANSISTORIZADOS ERAM
GRANDES, MAS NÃO TANTO COMO
OS A VÁLVULA E SEU CUSTO
(ALGUNS MILHÕES DE DÓLARES)
TORNAVA-OS ACESSÍVEIS A
GRANDES EMPRESAS E
UNIVERSIDADES.

AI' COMEÇARAM
A APARECER OS
"ERROS DE
COMPUTADOR" NO
DIA-A-DIA!

CONTA DE
TELEFONE
10056/00

E O TRANSISTOR COMEÇOU A MOSTRAR UMA VERSATILIDADE
INCRÍVEL PARA DIMINUIR DE PREÇO E TAMANHO.

PRIMEIRAMENTE VIERAM OS

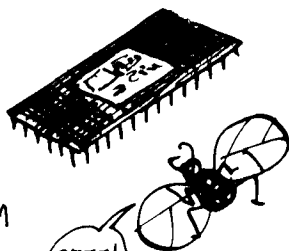
CIRCUITOS INTEGRADOS -

LIMA INFINIDADE DE
TRANSISTORES FABRICADOS
NUMA MESMA PASTILHA... EM
SEGUIDA, OS C.I. EM

LARGA ESCALA E OS C.I. EM

MUITO LARGA ESCALA

(LSI E VLSI), QUE REUNIAM
CENTENAS DE MILHARES DE
TRANSISTORES NUMA
MESMA PASTILHA!



PFFF!
BUGS!!



ENQUANTO OS COMPONENTES DIMINUÍAM A INDÚSTRIA
EXPLODIA!

NOS ANOS 60 SURTIU O

MINICOMPUTADOR.

ERA DO TAMANHO DE UMA
ESCRIVANINHA!



E... FICA COM
UM AR MENOS
MISTERIOSO!



NOS ANOS 70 SURTIU O

MICRO, QUE PODE SER

TÃO PEQUENO QUANTO SE QUEIRA.



O QUE
VIRÁ
AGORA?
O DESCARTÁVEL?

NESTA ÉPOCA, GRANDES COMPUTADORES,
TAMBÉM CONHECIDOS COMO

MAINFRAMES,

TORNARAM-SE IMENSAMENTE
PODEROSOS.



100 000
TRANSISTORES
POR PASTILHA...
100 000 PASTILHAS
POR MÁQUINA...

E, FINALMENTE, OS EXÓTICOS

SUPERCOMPUTADORES,

QUE CALCULAM A VELOCIDADES
SUPERIORES A 500 **MIPS***—UM
MILHÃO DE VEZES MAIS RÁPIDO QUE
O **ENIAC**.



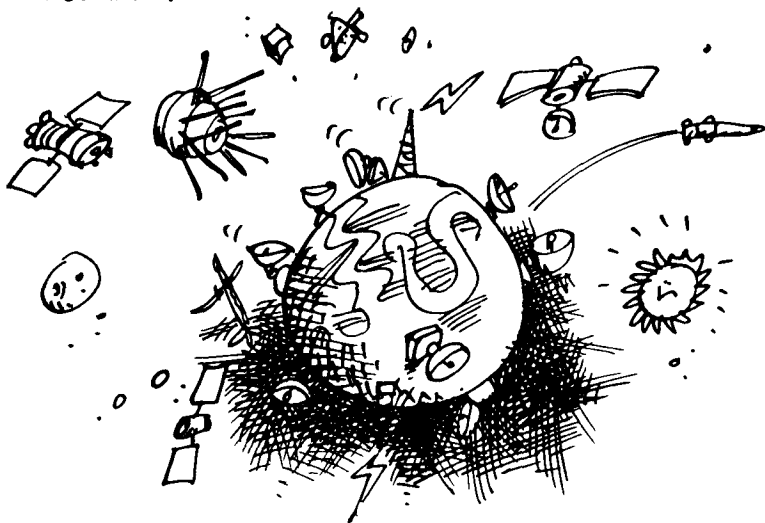
* **MIPS**—MILHÃO DE INSTRUÇÕES
POR SEGUNDO.

NÃO HA' LIMITES PARA A
IMAGINAÇÃO ... ATUALMENTE,
TEMOS MICROS QUE SE
EQUIPARAM A MÍNIS,
SUPERMÍNIS QUE FAZEM FRENTE
AOS MAINFRAMES, MÍNIS NUMA
PASTILHA ... E COMENTA-SE À BOCA
PEQUENA QUE ESTÃO TENTANDO
REDUZIR OS COMPONENTES A NÍVELS DE
MOLÉCULAS, USANDO A TECNOLOGIA
DE RECOMBINAÇÃO DO **DNA...**



FAZ COM
QUE ME SINTA
ESTUPIDAMENTE
GRANDE...

PARECE REALMENTE NÃO EXISTIR NADA SEMELHANTE AO COMPUTADOR,
QUE TENHA TANTO PODER DE COMPUTAÇÃO. NÃO IMPORTA A VELOCIDADE
OU CAPACIDADE, OS COMPUTADORES SEMPRE ENCONTRAM UMA
APLICAÇÃO ... E NÃO É DE ADMIRAR: ESTA É A ERA DA INFORMAÇÃO
EM DEMASIA!



PARTE II

O ESPAGUETE LÓGICO



COMPUTADORES
LEMBRAM
ELEFANTES:
HÁ UMA PORÇÃO
DE JEITOS DE DESCRVÊ-LOS...

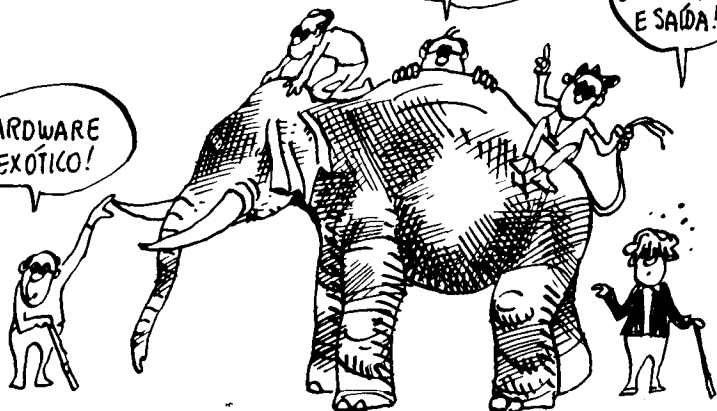
UM
CALCULADOR
PODEROSO!

FEITO
DE
CHAVES!

SEGUIE
INSTRUÇÕES!

TEM
DISPOSITIVOS
DE ENTRADA
E SAÍDA!

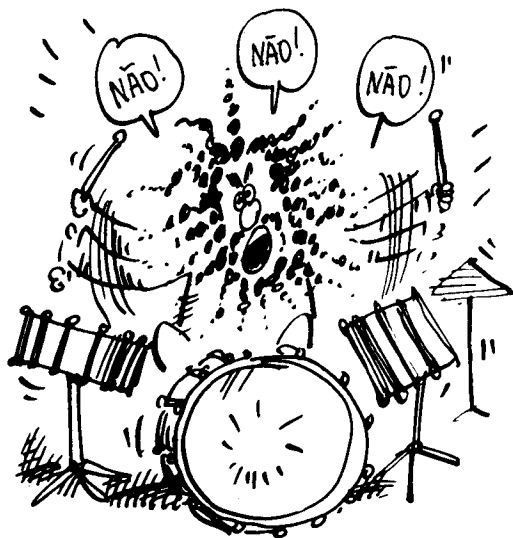
HARDWARE
EXÓTICO!



.....
COMO SE PODE CHEGAR AO CENTRO DA COISA?

COM UM
MACHADO?





SE HÁ UMA IDÉIA SOBRE
A QUAL SE TEM
MARTELADO É A DE QUE
O COMPUTADOR É
BASICAMENTE UM
**PROCESSADOR
DE INFORMAÇÕES.**
PORTANTO, ESQUEÇA
O ELEFANTE...

PARA EXPLICAR O PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES, COMPARE-O
A UM PROCESSO BEM FAMILIAR: COZINHAR.
ENTREMOS, ASSIM, NA COZINHA DA AVO' DO BABBAGE, QUE
PREPARA UM ESPAGUETE...



EIS A RECEITA MUNDIALMENTE FAMOSA:



PONHA ÁGUA E SAL
NUMA PANELA E
BOTE PRA FERVER.



ADICIONE 200g DE
ESPAGUETE CRU.



DEIXE FERVER POR
10 MINUTOS.



DESPEJE NUM
ESCORREDOR DE MACARRÃO.



SIRVA...



ESTE ESPAGUETE
É MELHOR DE ANALISAR
DO QUE DE COMER!

É FÁCIL ISOLAR ALGUNS COMPONENTES DESTES
PROCESSOS:

PRIMEIRO, OS
INGREDIENTES, OU
ENTRADA.



A SEGUIR, OS UTENSÍLIOS DE COZINHA: MÃOS, PANELA,
FOGÃO, SALEIRO, ESCORREDOR,
PRATO, COLHER.

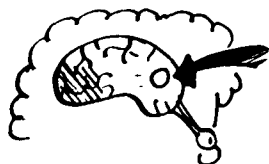


QUE COMPÕEM A **UNIDADE DE PROCESSAMENTO.**

JÁ' MENOS ÓBVIO, HA' UMA
**PORTE DO CÉREBRO DA
COZINHEIRA, QUE
CONTROLA O PROCESSO.**

ESTA PARTE FISCALIZA E EXECUTA,
PASSO A PASSO, A RECEITA.

VAMOS CHAMA-LA DE



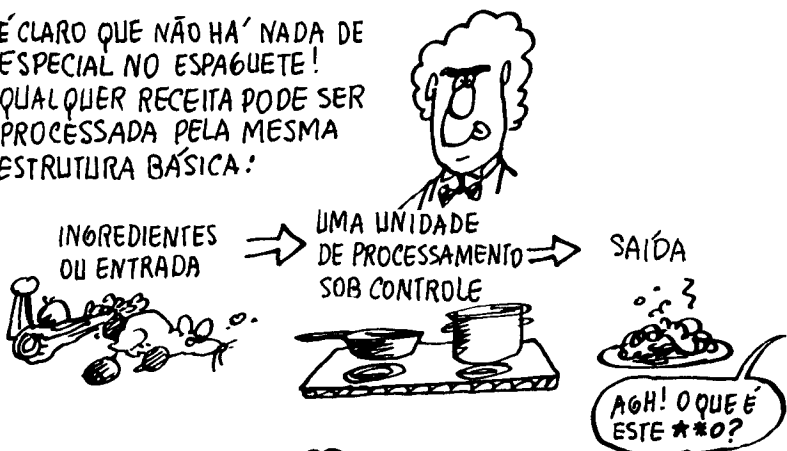
UNIDADE DE CONTROLE.

E, NATURALMENTE,
O PRATO
PRONTO OU
SAÍDA.

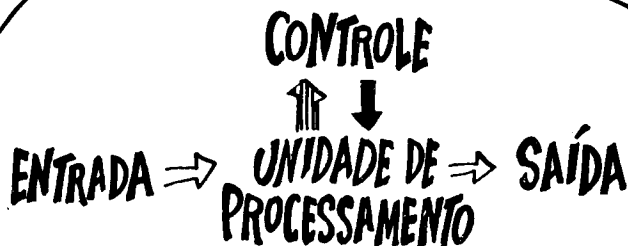


QUE PARECE
UM POUCO OS
MIÓLOS DA
COZINHEIRA...

É CLARO QUE NÃO HA' NADA DE ESPECIAL NO ESPAGUETE!
QUALQUER RECEITA PODE SER PROCESSADA PELA MESMA ESTRUTURA BÁSICA:



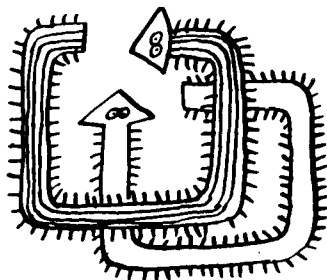
OU,
MAIS
ABSTRATAMENTE:



FLECHAS VAZADAS (→) INDICAM FLUXO DE COMIDA
A FLECHA HACHURADA (⇒) INDICA FLUXO DE INFORMAÇÃO
A FLECHA PRETA (→) INDICA FLUXO DE CONTROLE

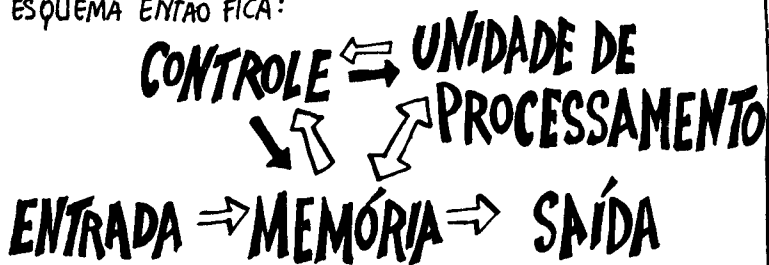
PARA COMPUTADORES, O ESQUEMA MUDA UM POUCO:

DOIS SÃO OS MOTIVOS PARA TAL: UM É O FATO DE ENTRADA E SAÍDA SEREM INFORMAÇÃO, NÃO COMIDA — ASSIM, AS FLECHAS HACHURADAS EQUIVALEM ÀS VAZADAS.



O OUTRO É A GRANDE IMPORTÂNCIA DA **MEMÓRIA**, COMO QUINTO E ÚLTIMO COMPONENTE. EM COMPUTADORES, CADA INFORMAÇÃO PASSA PELA MEMÓRIA PRIMEIRO!

O ESQUEMA ENTÃO FICA:



⇒ = FLUXO DE
INFORMAÇÃO

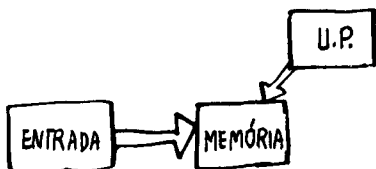
➡ = FLUXO DE
CONTROLE

PROPOSTA DE
VON NEUMANN:

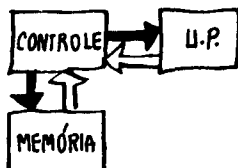


NO CASO DE COMPUTADORES,
A **ENTRADA** CONSISTE DE TODOS
OS DADOS "CRUS" A PROCESSAR —
BEM COMO TODA A "RECEITA",
OU PROGRAMA, QUE DIZ O QUE
FAZER COM OS DADOS.

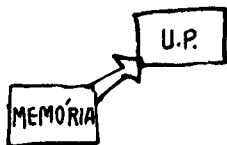
A **MEMÓRIA** GUARDA
A ENTRADA E OS
RESULTADOS VINDOS DA
UNIDADE DE PROCESSAMENTO:



O **CONTROLE** LÊ O PROGRAMA E
O TRADUZ NUMA SEQUÊNCIA DE
OPERAÇÕES DA MÁQUINA.



A **UNIDADE DE PROCESSAMENTO**
SOMA, MULTIPLICA, CONTA, COMPARA ETC.
AS INFORMAÇÕES VINDAS DA
MEMÓRIA.

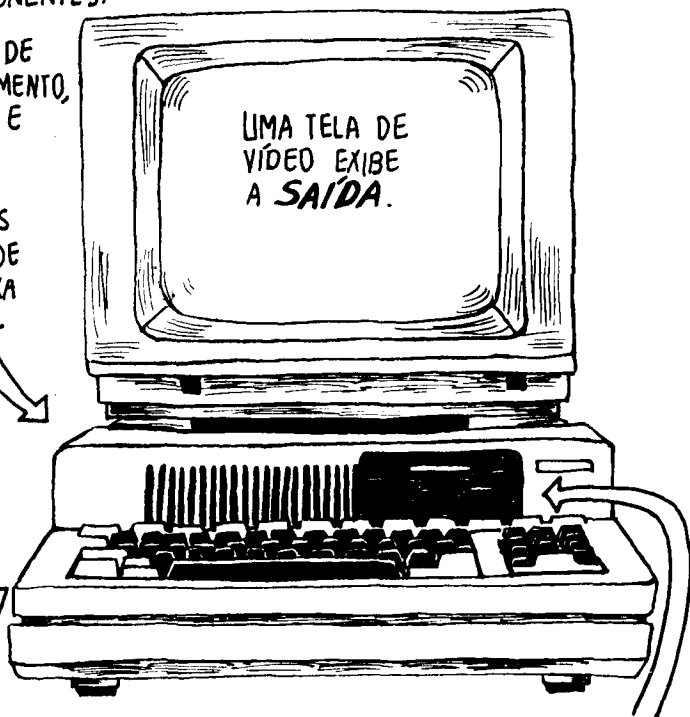


A **SAÍDA** CONSISTE DOS
RESULTADOS DA UNIDADE DE
PROCESSAMENTO, ARMAZENADOS
NA MEMÓRIA E ENVIADOS PARA
UM DISPOSITIVO DE SAÍDA.



EIS UM ESPÉCIME VERDADEIRO COM COMPUTADOR PESSOAL DA ITAUTEC, EXEMPLO DE COMO PODEM APARECER TAIS COMPONENTES:

UNIDADE DE
PROCESSAMENTO,
CONTROLE E
MEMÓRIA
FICAM
MONTADOS
DENTRO DE
UMA CAIXA
PEQUENA.



A **ENTRADA** É
PELO TECLADO.

UNIDADES DE DISQUETE
PROVÊEM **MEMÓRIA**
ADICIONAL.

OUTROS DISPOSITIVOS DE ENTRADA/SAÍDA COMUNS (NÃO DESENHADOS) SÃO UM **MODEM**, USADO PARA TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO DE DADOS VIA LINHA TELEFÔNICA, E UMA **IMPRESSORA**, QUE IMPRIME OS RESULTADOS EM PAPEL.

COMECEMOS PELO MEIO, COM A

UNIDADE DE PROCESSAMENTO:

NA COZINHA, UM MESTRE-CUCA TEM NAS MÃOS UM VASTO REPERTÓRIO DE MODOS PARA PROCESSAR:

REFOGAR
GRELHAR
TOSTAR
ESCALDAR
COZINHAR EM
BANHO-MARIA
FERVER
FRITAR
ASSAR...

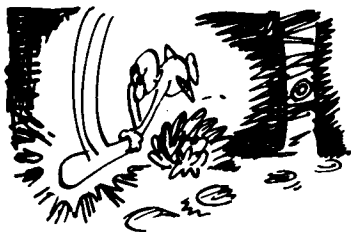


MAS COMO O GRANDE MESTRE-CUCA DESCOBRIU, TODAS AS TÉCNICAS DE COZINHAR SÃO COMBINAÇÕES DE ATOS SIMPLES: APLICAR MAIS OU MENOS CALOR, COZINHAR COM OU SEM ÁGUA ETC...

POUCAS, MAS
FUNDAMENTAIS!



ANALOGAMENTE, TODA A POTÊNCIA DO COMPUTADOR SE APOIA NUM PUNHADO DE OPERAÇÕES BÁSICAS.



OK...OK... CHEGA DE
FAZER RODEIO USANDO
METÁFORAS CULINÁRIAS ...

AS OPERAÇÕES BÁSICAS DO COMPUTADOR SÃO

LÓGICAS



VOCÊ QUER SABER O QUE
É UMA OPERAÇÃO LÓGICA?
UMA QUESTÃO LÓGICA,
CONSIDERANDO QUANTO
MAIS FÁCIL É PENSAR
EM OPERAÇÕES
ILÓGICAS, COMO A
AMPUTAÇÃO
DE POLEGARES OU
PULAR DA CAMA ÀS
SEGUNDAS-FEIRAS...



PARA FELICIDADE GERAL, A LÓGICA ESTÁ BEM MAIS SIMPLES DO QUE JÁ FOI. NA ÉPOCA DE ARISTÓTELES, O ASSUNTO ABRANGIA OS RAMOS INDUTIVO E DEDUTIVO. O INDUTIVO CONSISTIA NA ARTE DE INFERIR A VERDADE PARTINDO DA OBSERVAÇÃO DA NATUREZA. A LÓGICA DEDUTIVA DEDUZIA VERDADES DE OUTRAS VERDADES:



NA IDADE MÉDIA

OS LÓGICOS ARMAVAM A CONFUSÃO COM SEIS "MODOS": UMA AFIRMAÇÃO ERA VERDADEIRA, FALSA, NECESSÁRIA, EVENTUAL, POSSÍVEL OU IMPOSSÍVEL.



NECESSÁRIO
ESTA' PARA
EVENTUAL ASSIM
COMO VERDADEIRO
ESTA' PARA
FALSO...
POSSIVELMENTE...

SEU RACIOCÍNIO EVOLUIU TÃO DESORDENADAMENTE QUE **DUNS SCOTUS**, LÓGICO DA IDADE MÉDIA, FOI IMORTALIZADO NA PALAVRA "DUNCE"*

*N.T. DUNCE QUER DIZER IDIOTA.

O ASSUNTO CHEGOU
A RAIAS DO ABSURDO
COM LEWIS
CARROLL:

(1) OS GENTIOS
NÃO FAZEM
OBJEÇÃO A
CARNE DE PORCO.

(2) NINGUÉM QUE
GOSTE DE
CHIQUEROS
LE OS POEMAS
DE H066.

(3) NENHUM
MANDARIM
SABE HEBRAICO.

(4) TODAS AS
PESSOAS QUE
NÃO FAZEM
OBJEÇÃO A
CARNE DE PORCO
ADMIRAM AS
BORBOLETAS.

(5) NENHUM JUDEU
IGNORA
HEBRAICO.

PORTANTO, NENHUM
MANDARIM
JÁ MAIS LEU OS
POEMAS DE
H066.*



DÁ PRA VER QUE
ESTAVA NA HORA DE
SIMPLIFICAR O
ASSUNTO...

*DE LÓGICA SIMBÓLICA.

FOI **GEORGE BOOLE** (1815-1864),

MATEMÁTICO INGLÊS, QUEM
DEU ESTE PASSO, AO
CONSTRUIR UMA "ÁLGEBRA"
A PARTIR DA LÓGICA.



ISTO É, FEZ A LÓGICA
TOTALMENTE **SIMBÓLICA**,
TAL COMO A MATEMÁTICA.

REPRESENTOU AS SENTENÇAS
POR LETRAS E AS CONECTOU
COM SÍMBOLOS ALGÉBRICOS—
UMA IDEIA QUE NOS CONDUZ
AO TEMPO DE **LEIBNIZ**,
QUE SONHOU COM A
"JUSTIÇA PELA ÁLGEBRA".



$(1-x) \cdot (1-y) =$
 $1-x-y+xy.$
SENDO ASSIM,
30 ANOS!

NÃO DESCREVEREMOS TOTALMENTE A ÁLGEBRA DE BOOLE.
VAMOS LIMITAR-NOS A **TRES PALAVRAS**:

**E,
OU,
NÃO!**



BOOLE EXAMINOU O
VERDADEIRO TECIDO
CONECTIVO DA
LINGUAGEM: AS
PALAVRAS "E", "OU" E
"NÃO".



SEJA R UMA AFIRMAÇÃO QUALQUER... POR EXEMPLO,

$R =$ "O PORCO TEM PINTAS".

SEGUNDO **BOOLE**, ESTA SENTENÇA É VERDADEIRA (V) OU FALSA (F). NÃO HA' OUTRA OPÇÃO! *



AGORA SEJA S OUTRA AFIRMAÇÃO - TAMBÉM VERDADEIRA OU FALSA:

$S =$ "O PORCO ESTÁ FELIZ".



FORMAM-SE, ENTÃO, AS SENTENÇAS COMPOSTAS:

R E $S =$ O PORCO É PINTADO E O PORCO ESTÁ FELIZ.

R OU $S =$ O PORCO É PINTADO OU O PORCO ESTÁ FELIZ.

E QUANDO ESTAS SENTENÇAS SÃO VERDADEIRAS?

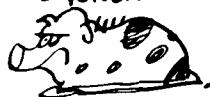


* ALGUMAS VERSÕES DA LÓGICA ADMITEM MAIS DE DUAS POSSIBILIDADES.

SÃO POSSÍVEIS
QUATRO COMBINAÇÕES
DE VERDADE E
MENTIRA PARA
R E **S**.



R VERDADE,
S VERDADE



R VERDADE,
S MENTIRA



R MENTIRA,
S VERDADE



R MENTIRA,
S MENTIRA

E

"O PORCO ESTÁ FELIZ **E** TEM PINTAS".

ESTA SENTENÇA SÓ É
VERDADEIRA NO CASO
DE **R** E **S** SEREM
AMBOS VERDADEIROS.

A **TABELA DA**
VERDADE RESUME
ISSO:



R	S	R E S
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

OU

"O PORCO ESTÁ FELIZ **OU** TEM PINTAS".

ISTO É VERDADE
QUANDO PELO
MENOS UMA DAS
SENTENÇAS FOR
VERDADEIRA.



R	S	R OU S
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

NÃO

NÃO - R = O PORCO **NÃO** É PINTADO.

ESTE OPERADOR

INVERTE O

RESULTADO

(V, F) DE

UMA SENTENÇA.



R	NÃO-R
V	F
F	V

BOOLE DEU APARÊNCIA ALGÉBRICA A ISTO, SEGUINDO A CONVENÇÃO:

★ REPRESENTA V POR 1

★ REPRESENTA F POR 0

★ REPRESENTA E POR .

★ REPRESENTA OU POR $\oplus$

★ REPRESENTA NÃO POR 1-

MINHA
ÁLGEBRA
PERSONALIZADA!

ISTO TRANSFORMA AS TABELAS DA VERDADE EM:

$$1 \cdot 1 = 1$$

$$1 \oplus 1 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

$$1 \cdot 0 = 0$$

$$1 \oplus 0 = 1$$

$$1 - 0 = 1$$

$$0 \cdot 1 = 0$$

$$0 \oplus 1 = 1$$

$$0 \cdot 0 = 0$$

$$0 \oplus 0 = 0$$



EXCETO PELA MISTERIOSA
EQUAÇÃO $1 \oplus 1 = 1$, ISTO
PARECE ARITMÉTICA...
COM "E" SUBSTITUINDO
"VEZES" E "OU"
SUBSTITUINDO "MAIS".



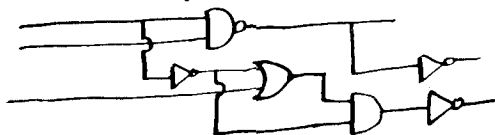
NÃO USAREMOS OS SÍMBOLOS $\cdot$ E $\oplus$... ESQUEÇA-OS... MAS
O E 1 REPRESENTANDO FALSO E VERDADEIRO SÃO MUITO
ÚTEIS... ASSIM, A PARTIR DAQUI, REPRESENTAREMOS AS
TABELAS DA VERDADE NA FORMA:

RS	RES
1 1	1
1 0	0
0 1	0
0 0	0

RS	ROUS
1 1	1
1 0	1
0 1	1
0 0	0

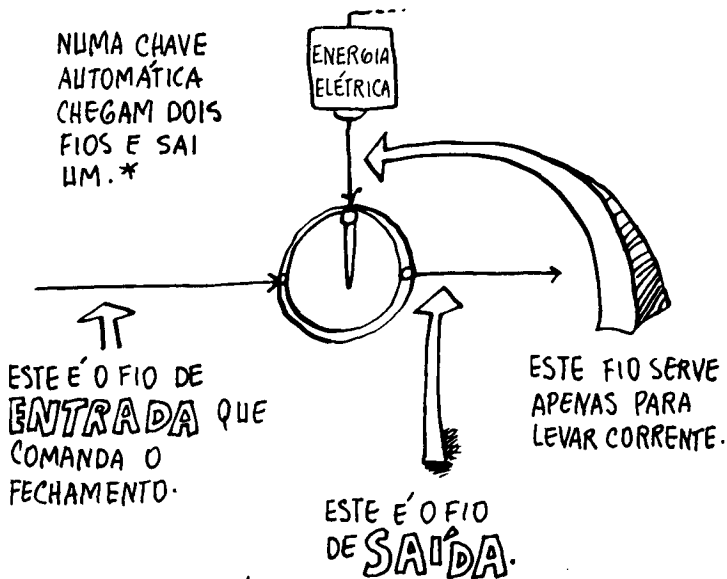
R	NÃO-R
1	0
0	1

BOOLE DESENVOLVEU UMA ÁLGEBRA INTEIRA, A PARTIR DESTAS
RELAÇÕES, USANDO APENAS OS NÚMEROS 0 E 1... ATUALMENTE OS
ENGENHEIROS ELETRÔNICOS USAM A **ÁLGEBRA BOOLEANA** O
TEMPO TODO - SÓ QUE REPRESENTANDO CIRCUITOS ELETRÔNICOS...



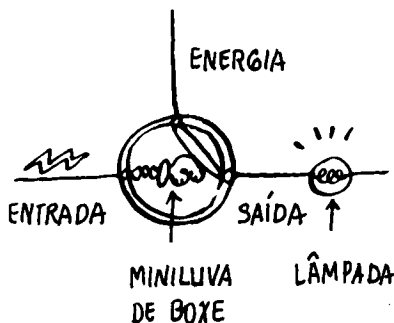
O "PULO DO GATO" É A **CHAVE AUTOMÁTICA**, QUE ESTÁ ABERTA OU FECHADA, DA MESMA FORMA QUE UMA PROPOSIÇÃO LÓGICA É VERDADEIRA OU FALSA.

NUMA CHAVE AUTOMÁTICA CHEGAM DOIS FIOS E SAI UM.*

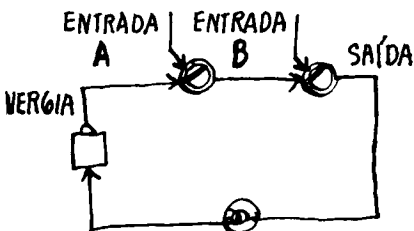


*IGNOREMOS O FIO TERRA!

NO DESENHO ACIMA A CHAVE ESTÁ ABERTA POR NÃO HAVER CORRENTE NO FIO DE ENTRADA. A CHEGADA DE UM SINAL DE ENTRADA ACARRETA O EQUIVALENTE ELETRÔNICO A UMA MINILUVA DE BOXE QUE "SOCA" O CONTATO. ESTE SE MANTÉM FECHADO, RESULTANDO UM SINAL NA SAÍDA.



O QUE É A SAÍDA PRA DUAS CHAVES (A, B) MONTADAS EM SÉRIE?
(NO NOSSO DIAGRAMA, OBSERVE QUE OS FIOS FORAM
REARRANJADOS PARA FACILITAR A ILUSTRAÇÃO.)



A CORRENTE SÓ FLUI COM
AMBAS AS CHAVES
FECHADAS, I. E., COM
SINAIS DE ENTRADA
PRESENTES EM A E B
SIMULTANEAMENTE.

ESCREVENDO 1 PARA CORRENTE
E 0 PARA AUSÊNCIA DE
CORRENTE, ESCRIVEMOS A TABELA
DE **ENTRADA-SAÍDA**.

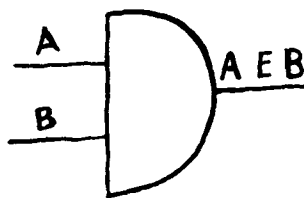
PARCE FAMILIAR? DEVERIA!
É A PRÓPRIA TABELA DA
VERDADE DO **E**.

A	B	SAÍDA
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

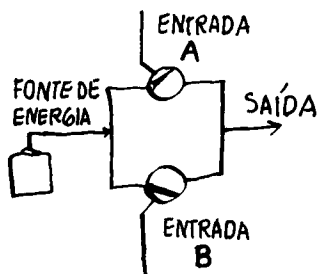
POR ISSO ESTE
ARRANJO DE CHAVES
É CHAMADO DE

PORTA-E,

TENDO, INCLUSIVE,
SEU PRÓPRIO SÍMBOLO



DUAS CHAVES MONTADAS EM PARALELO REALIZAM O **OU** LÓGICO: A CORRENTE PODE IR DA FONTE DE ENERGIA PARA A SAÍDA SE **A** OU SE **B** ESTIVER FECHADA (OU AMBAS).



A	B	SAÍDA
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

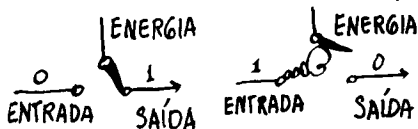
ESTA É A

PORTA-OU

E SEU SÍMBOLO É:



NÃO TAMBÉM É FÁCIL ... FAZ-SE COM UMA CHAVE ESPECIAL QUE FICA NORMALMENTE FECHADA E QUE É ABERTA POR UM SINAL NA ENTRADA — OU SEJA, O CONTRÁRIO DE UMA CHAVE COMUM.



A	SAÍDA
1	0
0	1

ESTA CHAVE É CHAMADA

INVERSORA

E

POSSUI, TAMBÉM, SEU SÍMBOLO PRÓPRIO.

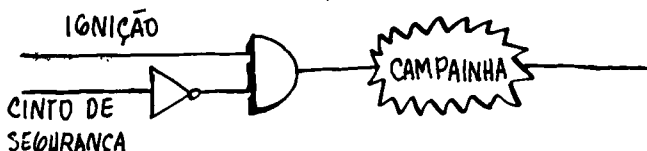


VEJAMOS, NUM EXEMPLO DO COTIDIANO, COMO ESTAS PORTAS SIMPLS PODEM PRODUIZIR RESULTADOS LÓGICOS.

EM CERTOS PAÍSES, OS CARROS TÊM UMA CAMPAINHA QUE TOCA QUANDO O MOTORISTA DÁ A PARTIDA SEM TER APERTADO O CINTO DE SEGURANÇA. VOCÊ JÁ OUVIU ALGUMA? SÃO DESSAS DE FURAR OS TÍMPANOS!



BEM, PARA ISTO É SÓ CONECTAR A IGNIÇÃO E O CINTO ATRAVÉS DE UMA **PORTA-E**, NA FORMA:



ISTO É, **SE** A IGNIÇÃO ESTÁ LIGADA **E** O CINTO DE SEGURANÇA **NÃO**, A CAMPAINHA TOCARÁ. LÓGICO, NÃO?

VOCÊ TEM ALGUMA SUGESTÃO DE USO DE PORTAS-OU NO DIA-A-DIA?

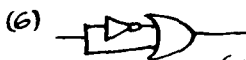
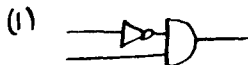


O QUE ACHA DE UM DETETOR DE FUMAÇA DISPARADO POR QUALQUER UM DE DOIS SENSORES?



AQUI ESTÃO ALGUNS EXERCÍCIOS DE AQUECIMENTO PARA SEGUIRMOS COM OS DIAGRAMAS LÓGICOS:

FAÇA AS TABELAS DE ENTRADA-SAÍDA (E/S):



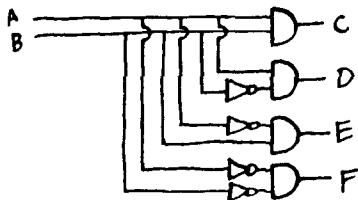
(OBSERVE: UMA ENTRADA APENAS!)

(IDEM!)

(7) QUAL É A SAÍDA PARA
A=1, B=0, C=1?



(8) COMPLETE A TABELA DE E/S:



A	B	C	D	E	F
1	1	1	0	0	0
1	0				
0	1				
0	0				

DESENHE DIAGRAMAS LÓGICOS PARA AS TABELAS DE E/S ABAIXO.

(9)

ENTRADA	SAÍDA
1	0
0	1
0	0
0	0

(10)

ENTRADA	SAÍDA
1	0
1	1
0	1
0	0

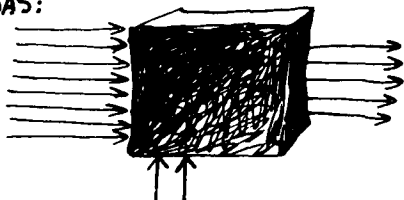
(11)

ENTRADA	SAÍDA
1	1
1	0
0	1
0	0

(12)

ENTRADA	SAÍDA
1	0
1	0
0	1
0	0

AS PORTAS LÓGICAS POSSUEM SOMENTE UMA OU DUAS ENTRADAS E UMA SÓ SAÍDA — MAS OS COMPONENTES DO COMPUTADOR SE APRESENTAM COM ENTRADAS E SAÍDAS MÚLTIPLAS E TABELAS DE E/S COMPLICADAS:



O EMPOLGANTE DA COISA ESTÁ EM SE PODER REALIZAR **QUALQUER** TABELA POR UMA COMBINAÇÃO DE PORTAS LÓGICAS!

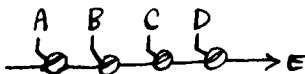
NESTE PONTO AS PORTAS DE MÚLTIPLAS ENTRADAS AJUDAM. VEJA UMA PORTA-**E** DE 4 ENTRADAS:



A	B	C	D	E
1	1	1	1	1
1	1	1	0	0
1	1	0	1	0
1	1	0	0	0
1	0	1	1	0
1	0	1	0	0
1	0	0	1	0
1	0	0	0	0
0	1	1	1	0
0	1	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	0	0
0	0	1	1	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	0
0	0	0	0	0

TUDO 0'S

PORTANTO,
E=1 SE A=B=C=D=1 E E=0
EM QUALQUER OUTRO CASO.
PODE SER REALIZADA COM
QUATRO CHAVES EM SÉRIE:



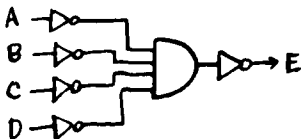
ANALOGAMENTE, TEM-SE A PORTA-**OU** DE MÚLTIPLAS ENTRADAS :



A	B	C	D	E
1	1	1	1	1
1	1	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	0	0	1
1	0	1	1	1
1	0	1	0	1
1	0	0	1	1
1	0	0	0	1
0	1	1	1	1
0	1	1	0	1
0	1	0	1	1
0	1	0	0	1
0	0	1	1	1
0	0	1	0	1
0	0	0	1	1
0	0	0	0	0

TUDO 1'S

PODE SER REALIZADA
COM UMA PORTA-**E**
E ALGUNS INVERSORES:



A SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE NÚMERO 12 MOSTRARA' COMO REALIZAR UMA DADA TABELA DE E/S:

ENTRADA		SAÍDA
A	B	C
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

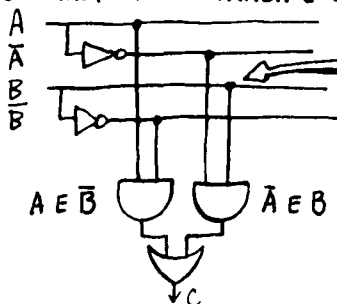
COMEÇA-SE VENDO
QUAIS LINHAS
TÊM $C=1$.

A TABELA MOSTRA $C=1$ SE $A=1$ E $B=0$ OU $A=0$ E $B=1$.
 $C=0$ NOS DEMAIS CASOS.

ESCREVENDO NÃO- A COMO $\bar{A}$, PASSA-SE A TER:
 $C=1$ SE $A=1$ E $\bar{B}=1$ OU $\bar{A}=1$ E $B=1$.
 $C=0$ NOS DEMAIS CASOS.

EM OUTRAS PALAVRAS,
 $C = (A \text{ E } \bar{B}) \text{ OU } (\bar{A} \text{ E } B)$.

UMA FORMA DE DESENHAR O CIRCUITO É DISPOR, NUMA DIREÇÃO,
OS SINAIS DE ENTRADA E SEUS INVERSOS—



—E
LIGAR AS
PORTAS NOS
FIOS
ADEQUADOS.

ESTE MÉTODO TAMBÉM SE APLICA A MAIS ENTRADAS.
POR EXEMPLO:

A	B	C	D
1	1	0	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0

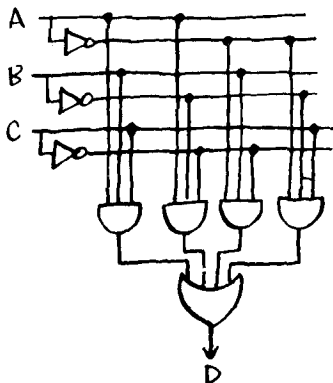
MARCA-SE,
OUTRA VEZ, AS
LINHAS QUE DÃO
SAÍDA = 1.

VEJA TODAS AS COMBINAÇÕES
DE ENTRADAS POSSÍVEIS!

NESTE CASO,

$$D = (A \text{ E } B \text{ E } C) \text{ OU } (A \text{ E } \bar{B} \text{ E } \bar{C}) \text{ OU } (\bar{A} \text{ E } B \text{ E } \bar{C}) \text{ OU } (\bar{A} \text{ E } \bar{B} \text{ E } C).$$

PASSE OS SINAIS E SEUS INVERSOS NA HORIZONTAL, LIGUE
AS PORTAS-**E** E, A SEGUIR, UMA PORTA-**OU**!



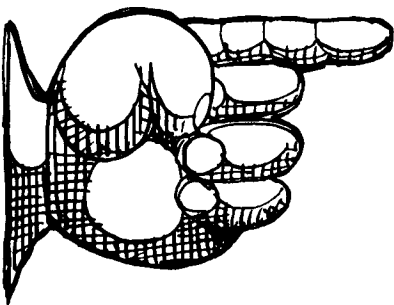
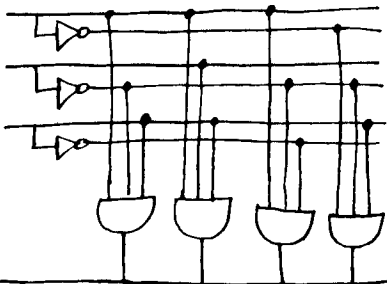
REPETINDO: O MESMO
MÉTODO PERMITE
PRODUZIR

QUALQUER
TABELA DE E/S!!

ONDE ISSO NOS
DEIXA?



AGORA, IMAGINE O COMPUTADOR
COMO TENDO TUDO CODIFICADO
EM 1'S E 0'S. A COMBINAÇÃO
CORRETA DE PORTAS LÓGICAS
PODE TRANSFORMA'-LOS DE
ACORDO COM NOSSA
VONTADE.



MAS AINDA
NÃO VIMOS,
REALMENTE,
COMO AS
PORTAS
LÓGICAS
RESOLVEM
OS PROBLEMAS
PARA CUJA
SOLUÇÃO SE
PROJETOU O
COMPUTADOR:

A PROPÓSITO:
COMO OS COMPUTADORES
COMUTAM?



As perguntas:

HA' ALGUM JEITO
NATURAL DE
REPRESENTAR
NÚMEROS USANDO SÓ
0'S E 1'S?

AS OPERAÇÕES
ARITMÉTICAS PODEM
SER REALIZADAS
A PARTIR DA LÓGICA?

A resposta

(QUE NOS FAZ
VOLTAR ATÉ NOSSO
VELHO "CHAPA" LEIBNIZ):



TÃO
CERTO
QUANTO EU
NÃO TER
ROUBADO O
CÁLCULO DO
NEWTON!

O SISTEMA É CHAMADO

NÚMEROS BINÁRIOS.

ELES SÃO
DE BASE
DOIS!

NOSSO SISTEMA DECIMAL, DE BASE
DEZ, DERIVA DE TERMOS DEZ
DEDOS — UM ACASO DA NATUREZA!
SE TIVÉSSEMOS **DOIS** DEDOS,
COMO O BICHO PREGUIÇA,
ENTÃO TRABALHÁRIAMOS
COM NÚMEROS BINÁRIOS.

EU PODERIA
CONTAR GRUPOS
DE QUATRO, MAS
SÓ TENHO UMA
PATA LIVRE!



O BICHO PREGUIÇA
SEMPRE CONTA EM BINÁRIO!

10

OBSERVE O SÍMBOLO "10" —
"UM-ZERO". ESQUEÇA QUE
ELE NORMALMENTE SIGNIFICA
DEZ! ESQUEÇA ISTO! PARE
DE CHAMÁ-LO ASSIM! HÁ
ALGUMA COISA NELE QUE
IMPLIQUE "DEZ"? **NÃO!!**
É APENAS UM SEGUIDO
POR UM ZERO — E,
OLHANDO BEM,
NADA TEM A VER
COM DEZ!!!

O SÍMBOLO SÓ CENTELHA "DEZ" NA SUA MENTE PORQUE VOCÊ
SEMPRE O CHAMOU ASSIM... É COMO UM RITUAL: VOCÊ
REPETE E REPETE E A COISA FICA AUTOMÁTICA!

DEZ
DEZ
DEZ
DEZ



DEZ DEZ
DEZ DEZ
DEZ DEZ
DEZ DEZ

NA VERDADE, "10" QUER DIZER:



| (CUMA) MÃO-CHEIA* E
○ (ZERO) DEDOS ABERTOS.

* LEMBRE-SE: NA P. 24 CONVENCIONAMOS QUE MÃO-CHEIA
REPRESENTA DEZ DEDOS ABERTOS E NÃO CINCO!



NOSSO "10" É DEZ PORQUE
TEMOS DEZ DEDOS... MAS,
PARA UM SER COM, DIGAMOS,
OITO DEDOS, 10 SIGNIFICARIA
OITO!

NO CASO EM VISTA,
COM APENAS
DOIS DEDOS
NA MÃO-CHEIA...
10 SIGNIFICA
DOIS!!



ASSIM TEMOS:

$$10_{\text{BINÁRIO}} = 2_{\text{DECIMAL}}$$

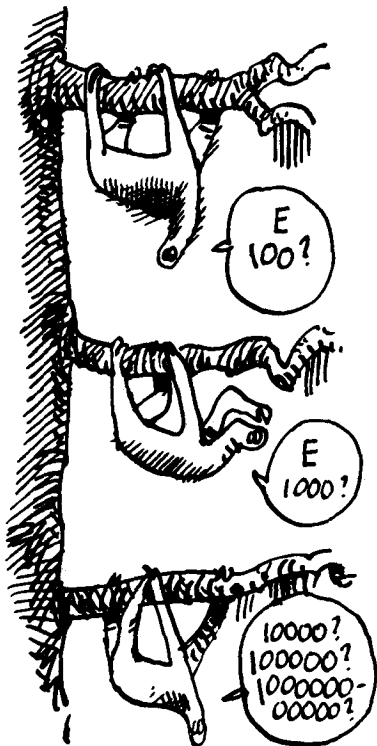


NOTA: **NÃO** LEIA A EQUAÇÃO COMO "DEZ IGUAL A DOIS".
DEZ NUNCA É IGUAL A DOIS!! "UM-ZERO EM BINÁRIO"
É IGUAL A DOIS!!

DOIS
DOIS
DOIS
DOIS



DOIS DOIS
DOIS DOIS
DOIS DOIS
DOIS DOIS



DA MESMA FORMA, 100 -
"UM-ZERO-ZERO" SIGNIFICA

1 MÃO -CHEIA DE MÃOS-CHEIAS.

NA BASE DEZ, ISTO É 10X10,
OU CEM. BEM, EM BINÁRIO ISTO
TAMBÉM É 10X10 - MAS O
RESULTADO É APENAS
QUATRO!

1000 É
 $10 \times 10 \times 10 = 2 \times 2 \times 2 = 8$
:

E, GENERALIZANDO
1 SEGUIDO DE N ZEROS É:
 $2 \times \dots \times 2 = 2^N$
N VEZES

("DOIS ELEVADO À POTÊNCIA N").

NA ERA DO COMPUTADOR,
TODOS SERÃO OBRIGADOS
POR LEI A DECORAR
AS POTÊNCIAS DE
DOIS, ATÉ 2^{10} .
O MELHOR É NÃO
ESPERAR! EVITE SER
PRESO, FAÇA ISTO
AGORA!

$1 = 2^0 = 1$
 $10 = 2^1 = 2$
 $100 = 2^2 = 4$
 $1000 = 2^3 = 8$
 $10000 = 2^4 = 16$
 $100000 = 2^5 = 32$
 $1000000 = 2^6 = 64$
 $10000000 = 2^7 = 128$
 $100000000 = 2^8 = 256$
 $1000000000 = 2^9 = 512$
 $10000000000 = 2^{10} = 1024$



E
10101110?

QUALQUER OUTRO NÚMERO
BINÁRIO—101,1111,11000,
ETODAS AS DEMAIS
COMBINAÇÕES DE 0's E 1's—
É UMA SOMA DAS
POTÊNCIAS DE DOIS. A
ANALOGIA COM DECIMAL
É PERFEITA.

EM DECIMAL:

$$\begin{array}{r} 497 = \\ \hline 400 \\ + 90 \\ + 7 \end{array}$$

EM BINÁRIO:

$$\begin{array}{r} 111110001 = \\ \hline 100000000 \\ + 100000000 \\ + 10000000 \\ + 1000000 \\ + 100000 \\ + 10000 \\ + 1 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 111110001 \\ \hline 100000000 \\ + 100000000 \\ + 10000000 \\ + 1000000 \\ + 100000 \\ + 10000 \\ + 1 \end{array}} \right\} \begin{array}{r} 256 \\ 128 \\ 64 \\ 32 \\ 16 \\ 1 \\ \hline 497 \end{array}$$

PARA CONVERTER BINÁRIO EM DECIMAL BASTA
ESCREVER AS POTÊNCIAS DE DOIS NOS LUGARES CERTOS
E SOMAR AS QUE ENCIMAM UM 1.

$$\begin{array}{r} \dots 2^{10} \ 2^9 \ 2^8 \ 2^7 \ 2^6 \ 2^5 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \\ \hline 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \end{array}$$

$$256 + 16 + 8 + 2 = 282$$

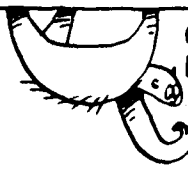
AGORA É A SUA VEZ. CONVERTA PARA DECIMAL:

(1) 11 (2) 101 (3) 111111 (4) 11010101011101

PARA TORNAR A COISA
MAIS CONCRETA — EIS
COMO CONTAR PARTINDO
DE 1 EM BINÁRIO.
É COMO CONTAR EM
DECIMAL, SÓ QUE
MAIS FÁCIL. EM DECIMAL,
APOÓS O 9 VOCÊ
ESCREVE 0 E VAI-UM.
EM BINÁRIO, HA' UM
VAI-UM PARA CADA
NOVO NÚMERO!!



BINÁRIO	DECIMA
0	0
1	1
10	2
11	3
100	4
101	5
110	6
111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15
10000	16
10001	17
10010	18
10011	19
10100	20
...	...
ETC!	ETC!



COMO VOCÊ DEVE TER NOTADO, NÚMEROS BINÁRIOS FICA
BEM **LONNNNNNNGOS**
RÁPIDO!

ISTO DIFICULTA SEU
USO PELO HOMEM —
MAS PARA COMPUTADORES
ELES SÃO IDEAIS!!

A ARITMÉTICA BINÁRIA É
SIMPLES. HA' APENAS
5 REGRAS A LEMBRAR:

$$0 + 0 = 0$$

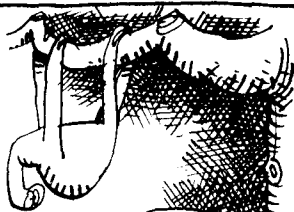
$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

E A QUINTA E CONVENIENTE REGRA:

$$1 + 1 + 1 = 11$$



EM CONTRASTE
COMAS CEM SOMAS
EM DECIMAL: 9+6,
7+5, 9+3, 8+4,
4+6, ETC ETC
ETC!!!

PARA SOMAR DOIS NÚMEROS BINÁRIOS, AGE-SE DA DIREITA PARA
A ESQUERDA, COLUNA A COLUNA, TRANSPORTANDO UM 1 QUANDO
FOR O CASO. EIS UM EXEMPLO PASSO A PASSO:

$$\begin{array}{r} 1110 \\ 111 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1110 \\ 111 \\ \hline 01 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11110 \\ 111 \\ \hline 101 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11110 \\ 111 \\ \hline 10101 \end{array}$$

OS
TRANSPORTES

ALGUMAS SOMAS PARA TREINAR:

$$\begin{array}{r} 100 \\ + 1 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ + 1 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 11001 \\ + 1100 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 11011 \\ + 11011 \\ \hline 110112 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11111111 \\ + 11111111 \\ \hline \end{array}$$

➡ QUAL É A SOMA DE UM NÚMERO BINÁRIO COM ELE MESMO?

OUTRA COISA LINDA NOS BINÁRIOS:

**SUBTRAÇÃO
SE FAZ
SOMANDO!!**



É O CHAMADO MÉTODO DO
"COMPLEMENTO DE DOIS". VOCÊ
COMEÇA **INVERTENDO** O
NÚMERO A SUBTRAIR, TAL QUE
TODO 1 VIRE 0 E VICE-VERSA.
A SEGUIR, SOME O MINUENDO
AO SUBTRAENDO INVERTIDO.
ENTÃO SOME 1 AO RESULTADO.
IGNORE O TRANSPORTE FINAL
E EIS A RESPOSTA!

EX.
$$\begin{array}{r} 1101 \text{ MINUENDO} \\ - 1100 \text{ SUBTRAENDO} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1101 \\ 0011 \leftarrow \text{INVERTIDO} \\ \hline 10000 \text{ SOMA} \\ + \quad 1 \text{ SOMA 1} \\ \hline 10001 \\ \text{IGNORE} \rightarrow \\ 0001 \leftarrow \text{RESPOSTA} \end{array}$$

MULTIPLICAÇÃO BINÁRIA - QUALQUER
MULTIPLICAÇÃO - É FACTÍVEL POR ADIÇÕES
SUCESSIVAS: PARA FAZER $A \times B$, BASTA
SOMAR A A SI MESMO B VEZES.
ANALOGAMENTE, DIVISÃO PODE SER FEITA POR
SUBTRAÇÕES SUCESSIVAS.

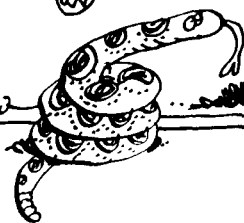
$$110 \times 11 =$$

$$\begin{array}{r} 110 \\ + 110 \\ + 110 \\ \hline 10010 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 110 \\ + 110 \\ + 110 \end{array}} \right\} 11 \text{ VEZES}$$

**O computador pode fazer toda
a aritmética por somas!!**



SOMADOR



ANTES DE MOSTRAR O
SOMADOR,* MONTADO
COMO UMA COMBINAÇÃO
DE PORTAS LÓGICAS,
PRECISAMOS DE
UM "BIT" DE
TERMINOLOGIA.

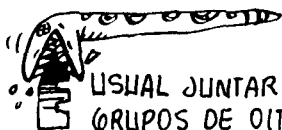
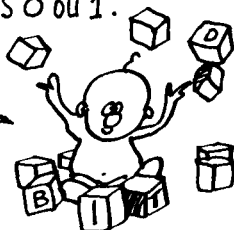


"BIT"?
ALGUÉM DISSE
"BIT"?**

BIT

É UMA CONTRAÇÃO DE "BINARY DIGIT."
ELE REPRESENTA UM SIMPLES 0 OU 1.

SERÁ QUE É
BINARY DIGIT
OU
BINARY DIGIT?



É USUAL JUNTAR BITS EM
GRUPOS DE OITO.

CADA CADEIA DE 8 BITS É
CHAMADA DE

HA' 2⁸, OU 256 BYTES DIFERENTES, DESDE
00000000 ATE' 11111111.

BYTE

* N.T. "ADDER" EM INGLÊS, SIGNIFICA SOMADOR. MAS SIGNIFICA, TAMBÉM, VÍBORA.

** N.T. TROCADILHO COM "BIT" QUE SIGNIFICA MORDEU OU PICOU.

AGORA VEJAMOS
COMO QUÊ UM
SOMADOR SE PARECE.

ESTE SOMADOR PARECE
UMA MEIA PEÇONHENTA...

PARA POUPAR DESENHO, FAÇAMOS UM SOMADOR DE 4 BITS,
OU SEJA, CAPAZ DE SOMAR DOIS
NÚMEROS DE 4 BITS.

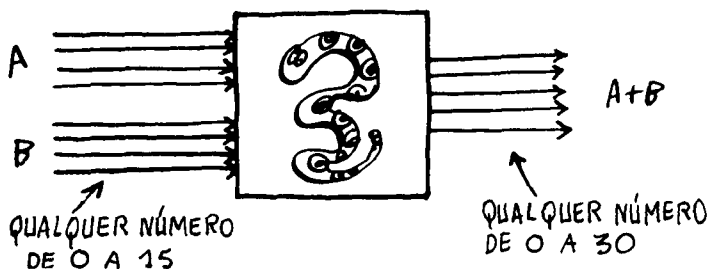


A = 1110

B = 1011

11001

A **ENTRADA** DO NOSSO SOMADOR
RECEBE 8 BITS, QUATRO DE CADA NÚMERO.
A **SAÍDA** É DE 5 BITS, SENDO O
QUINTO UM POSSÍVEL VAI-UM.
ALGO ASSIM:



COMO PROCEDER? UMA MANEIRA É FAZER UMA ENORME
TABELA DA VERDADE COMBINANDO TODAS AS POSSÍVEIS
ENTRADAS E BUSCANDO AS SAÍDAS PARA CADA COMBINAÇÃO.
A SEGUIR UMA VASTA BAUNÇA DE ES E OUS FORÇA A
SOLUÇÃO. ISTO É POSSÍVEL MAS A TAREFA É DE
ARREPIAR OS CABELOS.

OU DE
DEOLAR
A ESPINHA
CASO VOCE
SEJA
CARECA!

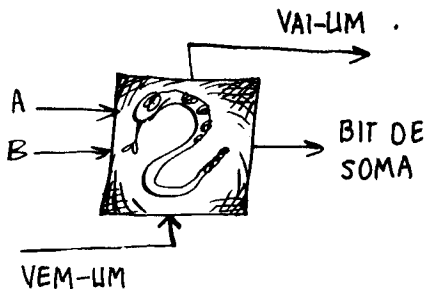
AO INVÉS DISSO, RELEMBRE
 COMO SE FAZEM SOMAS
 NA PRÁTICA: COLUNA
 A COLUNA, COM
VAI-UM SAINDO DE
 UMA COLUNA E
 CHEGANDO NA PRÓXIMA:

1	1	1	0
1	1	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	1

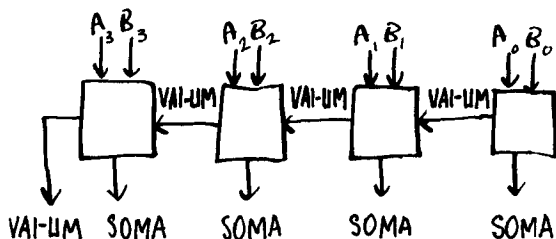
PORTANTO, É
 POSSÍVEL
 REALIZAR UM
 SOMADOR DE
 4 BITS A PARTIR
 DE 4 SOMADORES
 DE 1 BIT.



O SOMADOR DE
 1 BIT POSSUI
 TRÊS ENTRADAS —
 OS DOIS BITS A
 SOMAR E UM
 VEM-UM — E DUAS
 SAÍDAS — O BIT
 DE SOMA
 E O DE
 VAI-UM.



QUATRO DELES EM CASCATA RESULTAM NUM
 SOMADOR DE 4 BITS:

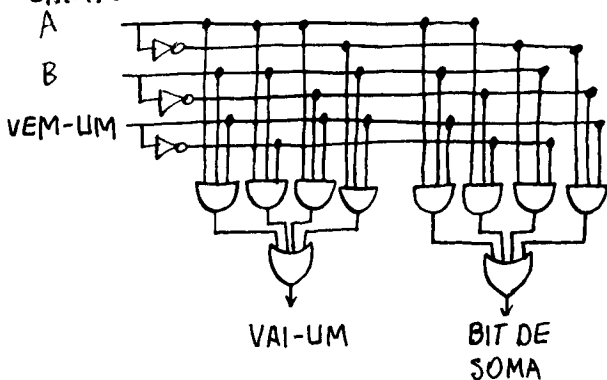


OBSERVE:
 8 ENTRADAS
 E 5 SAÍDAS,
 CONFORME
 PROMESSA!

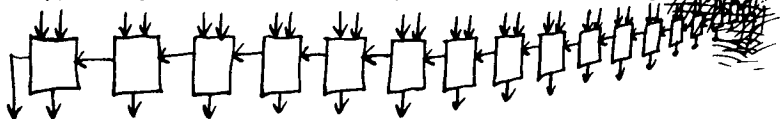
A TABELA DE E/S
PARA O SOMADOR
DE 1 BIT:

A	B	VEM-UM	VAI-UM	BIT DE SOMA
1	1	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	0	0	1
0	1	1	0	0
0	1	0	0	1
0	0	1	0	0
0	0	0	0	0

ELA NÃO É PROBLEMA! FAZ-SE, RAPIDAMENTE, UM ARRANJO DE PORTAS LÓGICAS QUE PRODUZ QUALQUER TABELA DE E/S. NO CASO, BASTA TRATAR SEPARADAMENTE CADA COLUNA DAS SAÍDAS:



PODE-SE SOMAR DOIS NÚMEROS DE QUALQUER TAMANHO CASCATEANDO-SE SOMADORES DE 1 BIT.



CODIFICAÇÃO & COMBINAÇÃO



AS DUAS ÚLTIMAS SEÇÕES APONTAM PARA OS BINÁRIOS COMO OS NÚMEROS IDEIAIS PARA UMA MÁQUINA FEITA DE CHAVES LIGA/DESLIGA. CONTUDO, COMPUTADORES USAM DIVERSAS VARIAÇÕES DESSA IDEIA BÁSICA.

INTEIROS, OU NÃO-FRACIONÁRIOS. CASO SEJAM PEQUENOS - PODEM FICAR EM BINÁRIO PURO.

POR EXEMPLO,

185

PODE FICAR

1	0	1	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

A NOTAÇÃO DE **PONTO* FLUTUANTE** É ADEQUADA PARA NÚMEROS GRANDES OU FRACIONÁRIOS. POR EXEMPLO, 19.700.030,2 PODE SER CODIFICADO COMO O EQUIVALENTE BINÁRIO DE

197	5
-----	---

 SIGNIFICANDO 197×10^5 .

ESTA NOTAÇÃO EM GERAL IMPLICA ARREDONDAMENTO.

DECIMAL CODIFICADO EM BINÁRIO MANTÉM O PADRÃO DECIMAL, CODIFICANDO CADA DÍGITO COMO 4 BITS.

POR EXEMPLO, 967 FICA:

1001	0110	0111
9	6	7

* N.T. O INGLÊS USA PONTO DECIMAL EM VEZ DE VÍRGULA.

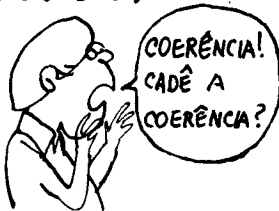
E COMO FICAM AS INFORMAÇÕES **NAO**— NUMÉRICAS— O ALFABETO, SINAIS DE PONTUAÇÃO, OUTROS SÍMBOLOS, E MESMO O ESPAÇO EM BRANCO??

NÃO HAVENDO UMA MANEIRA NATURAL DE CODIFICAR ISSO EM 0's E 1's, OS CIENTISTAS DA COMPUTAÇÃO ADOTARAM, DE COMUM ACORDO, UM CÓDIGO PADRÃO:

ASCII,

(THE AMERICAN STANDARD CODE FOR INFORMATION INTERCHANGE)*.

(REALMENTE, O ASCII É USADO POR TODOS, MAS A **IBM** TEM SEU CÓDIGO PRÓPRIO, O EBCDIC.)



PRÓXIMOS
QUATRO
BITS

PRIMEIROS TRÊS BITS

	0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	'	P
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	!
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

☆ ASSIM, A LETRA "T" É CODIFICADA COMO 101 0100... ETC!

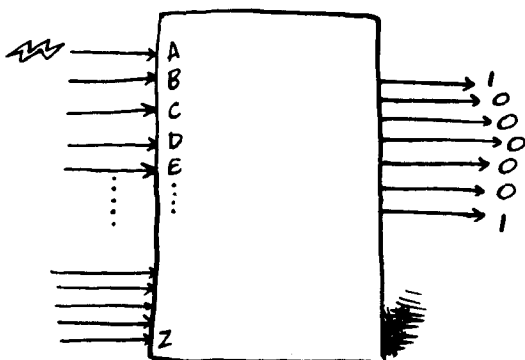
☆ AS DUAS PRIMEIRAS COLUNAS CONTÊM CARACTERES DE CONTROLE, COMO LF (LINE FEED= AVANCE LINHA) E OUTROS.

PARA CODIFICAR E DECODIFICAR DADOS, OS COMPUTADORES USAM DISPOSITIVOS LÓGICOS CHAMADOS, MUITO APROPRIADAMENTE, **CODIFICADORES E DECODIFICADORES**.

UM CODIFICADOR

APARECE NORMALMENTE COM MUITAS ENTRADAS E POUCAS SAÍDAS.

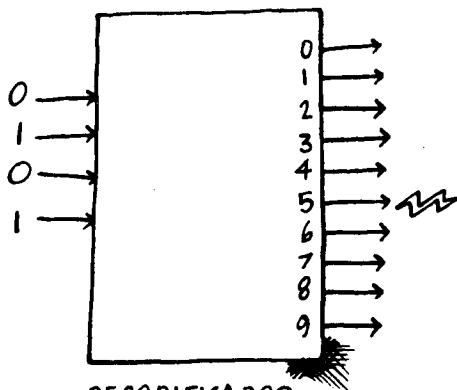
SINAL EM UMA DAS ENTRADAS PRODUZ UMA COMBINAÇÃO NA SAÍDA. POR EXEMPLO, UM TECLADO É CONECTADO A UM CODIFICADOR QUE TRANSFORMA O TOQUE NUMA TECLA NO CÓDIGO ASCII CORRESPONDENTE.



CODIFICADOR ASCII

UM DECODIFICADOR

ATUA NO EXTREMO OPOSTO, CONVERTENDO UMA COMBINAÇÃO DE BITS EM UM ÚNICO SINAL DE SAÍDA. UM DECODIFICADOR TRANSFORMA QUATRO BITS NUM DÍGITO DECIMAL. OUTRO TRANSFORMA UM **ENDEREÇO** DE MEMÓRIA NUM IMPULSO PARA A CELA CORRESPONDENTE. (VEJA P. 155)



DECODIFICADOR DE BINÁRIO PARA DECIMAL

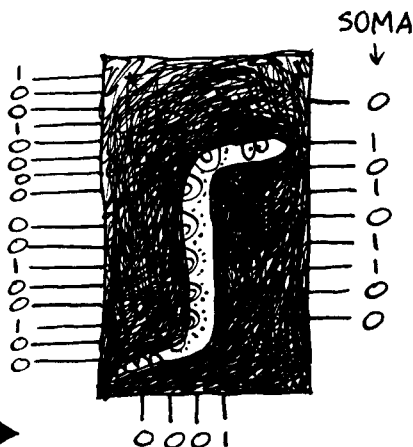
A INFORMAÇÃO, UMA VEZ CODIFICADA, ESTÁ PRONTA PARA PROCESSAMENTO PELA MAIS SOFISTICADA COMBINAÇÃO DE PORTAS DO COMPUTADOR, A

UNIDADE LÓGICA E ARITMÉTICA (OU ULA, ABBREVIADAMENTE)

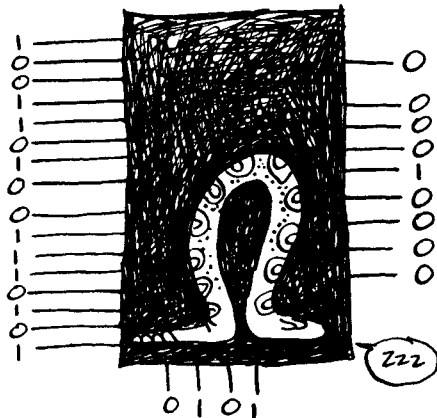


ELA É A PARTE CENTRAL DO PROCESSAMENTO NOS COMPUTADORES. SOMA, SUBTRAI, MULTIPLICA, COMPARA, DESLOCA E EXECUTA UMA BATELADA DE OUTRAS OPERAÇÕES LÓGICAS. A FIGURA ILUSTRA UMA ULA DE 8 BITS, MAS DEPENDENDO DO COMPUTADOR SUA CAPACIDADE PODE IR DE 4 A 60 BITS.

AS ENTRADAS DE
**ESCOLHA DA
 OPERAÇÃO** DIZEM
 QUAL OPERAÇÃO
 ARITMÉTICA OU LÓGICA
 DEVE SER REALIZADA,
 TENDO CADA OPERAÇÃO
 SEU PRÓPRIO CÓDIGO.
 POR EXEMPLO, **0001**
 APLICADO A ESTAS
 ENTRADAS PODE
 SIGNIFICAR
SOME, E,
 NESTE CASO



OUTRA OPERAÇÃO
 (0101, DIGAMOS)
 PODE **COMPARAR**
 DOIS BYTES, BIT A BIT,
 E SOLTAR UM 1,
 CASO SEJAM IGUAIS
 (ENTREMENTES, O
 SOMADOR "TIRA
 UMA PESTANA").



A LISTA DA PÁGINA 182 LHE DÁ UMA IDEIA DA
 FANTÁSTICA CAPACIDADE DE UMA ULA.

A ULA SOZINHA PODERIA
SER A UNIDADE CENTRAL
DE PROCESSAMENTO,
EXCETO POR UM
DETALHE: É INCAPAZ
DE **ARMAZENAR**
RESULTADOS.

RETORNANDO À
ANALOGIA COMO
COZINHAR,
PODERÍAMOS DIZER
QUE CARECE DE
DEPÓSITO. ONDE
PODERIA A VOVO'
DO BABBAGE
GUARDAR SEU
ESPAGUETE?



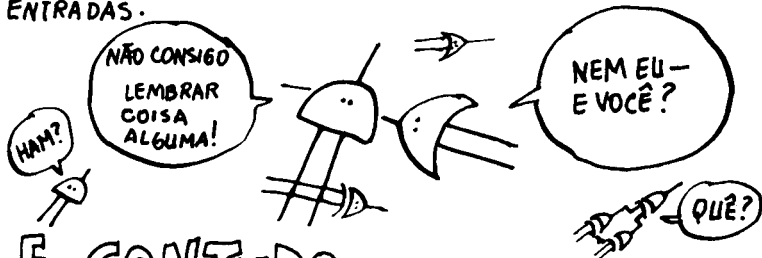
EMBORA CAPAZ DE MILAGRES
DE E/S A ULA NÃO PODE
LEMBRAR DE NADA—
EÉ' AI' QUE OS
FLIP-FLOPS
ENTRAM...



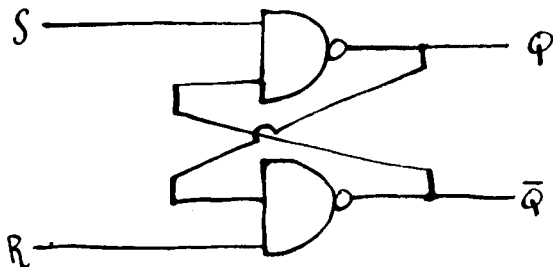
FLIP-FLOPS

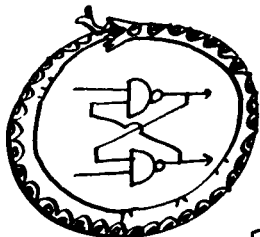


VERSÁTEIS COMO SÃO, AS COMBINAÇÕES LÓGICAS COM AS QUAIS ESTAMOS A PROJETAR AINDA NÃO POSSUEM MEMÓRIA. AS SAÍDAS PERMANECEM APENAS ENQUANTO SEMANTÊM AS ENTRADAS.



E, CONTUDO - HA' UMA FORMA DE CONECTAR ESTAS PORTAS LÓGICAS PORÉM "ESQUECIDAS", DE TAL MODO QUE PASSEM A **MANTER** UMA SAÍDA INDEFINIDAMENTE: O **FLIP-FLOP**. OLHE UM POUCO PARA ISTO!!



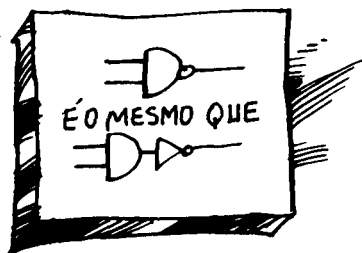


AFORA O FATO ESTRANHO DE UM FLIP-FLOP MORDER A PRÓPRIA CAUDA, OBSERVE A PORTA DESCONHECIDA USADA NA CONSTRUÇÃO. É CHAMADA

PORTA
NÃO-E,

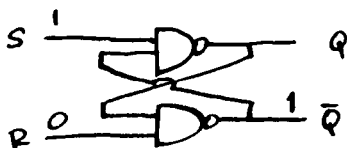
CUJA TABELA DE VERDADE É:

A	B	NÃO-E
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

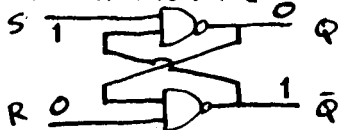


AGORA, QUANTO AOS FLIP-FLOP EM AÇÃO:

SEJA A ENTRADA $S=1$, $R=0$

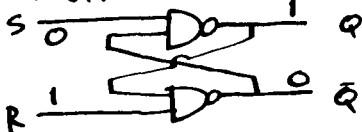


ENTÃO $\bar{Q}$ DEVE SER 1, JÁ QUE O NÃO-E PRODUZ 1 COM AMBAS AS ENTRADAS EM 0. REALIMENTANDO NA PORTA SUPERIOR ISTO DA' $Q=0$.



E SE $S=0$, $R=1$?

BOM, BASTA PÔR DE PONTA-CABEÇA O DIAGRAMA ANTERIOR:



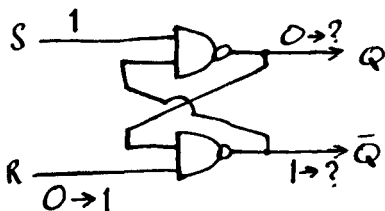
OK,
LINDO!
MAS CADÊ
A MEMÓRIA?

EHH!
QUÊ?

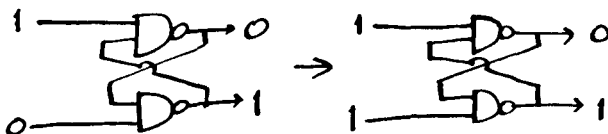


AGORA, O QUE ACONTECE
QUANDO AS ENTRADAS
MUDAM?

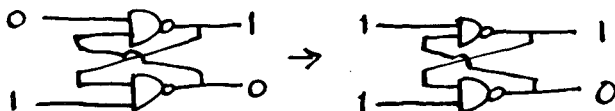
SUPONHA QUE
SE PARTA DE ($S=1, R=0$),
O QUE OCORRE NA
SAÍDA QUANDO
MUDAMOS PARA
($S=1, R=1$)?



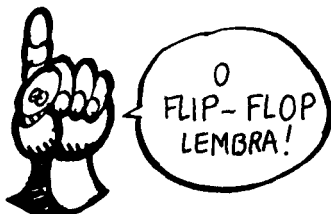
A RESPOSTA É: **NADA!** A ENTRADA DA PORTA
NÃO-É INFERIOR PERMANECE (0,1), ASSIM, SUA
SAÍDA $\bar{Q}$ PERMANECE EM 1, PORTANTO Q SE MANTÉM
EM 0.



MAS PRECISAMENTE A MESMA LINHA DE RACIOCÍNIO
PROVA QUE A SAÍDA NÃO MUDA QUANDO A ENTRADA
PASSA PARA ($S=1, R=1$) VINDO DE ($S=0, R=1$):



UM POUCO MISTERIOSO, NÃO?
A MESMA ENTRADA ($S=R=1$)
PRODUZ DOIS RESULTADOS,
DEPENDENDO DA ENTRADA
ANTERIOR!



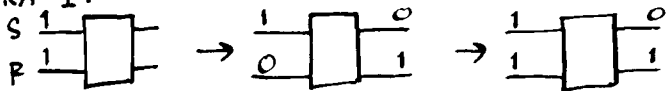
A FORMA DE USAR UM FLIP-FLOP É ESTA: COMEÇA-SE ESTABELECENDO A ENTRADA CONSTANTE ($S=1$, $R=1$) E A SAÍDA DEUS-SABE-O-QUÊ:



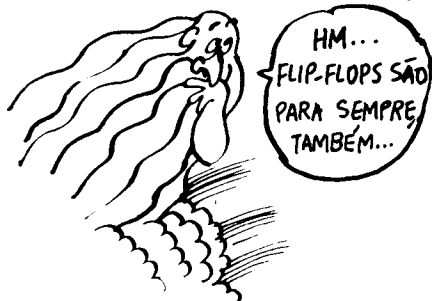
VOCÊ **ATIVA** O FLIP-FLOP (ISTO É, FAZ $Q=1$) PULSANDO UM O MOMENTÂNEO NO FIO S E, A SEGUIR, RETORNANDO-O PARA 1:



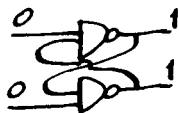
OU VOCÊ PODE **DESATIVAR** (FAZER $Q=0$) PULSANDO UM 0 NO FIO R , E, A SEGUIR, VOLTANDO-O PARA 1:



EM AMBOS OS CASOS, O FLIP-FLOP COM AS ENTRADAS EM (1,1) MANTERÁ A SAÍDA ATÉ QUE ELA SEJA ALTERADA POR UM NOVO 0 ENTRANDO EM R OU EM S .



FALTA VERIFICAR A COMBINAÇÃO ($R=S=0$) NA ENTRADA.
É FÁCIL VER QUE PRODUZ A SAÍDA $Q=\bar{Q}=1$:

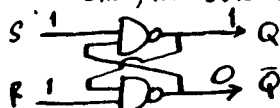


O QUE OCORRE
QUANDO A
ENTRADA
VOLTA A (1,1)?

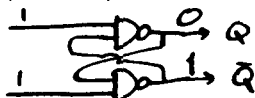


A RESPOSTA É POUCA CLARA: DEPENDE DE QUAL, Q OU $\bar{Q}$,
VAI PARA O PRIMEIRO!! (UM TEM QUE IR)

SE $\bar{Q}$ MUDAR
PRIMEIRO, NÓS OBTÉMOS:



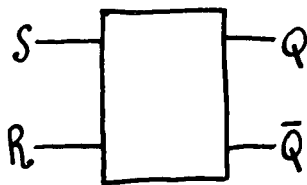
JÁ SE Q MUDAR
PRIMEIRO, TEREMOS:



COMO **NÃO HA** FORMA DE SABER QUAL VAI MUDAR
PRIMEIRO E NÃO QUEREMOS NOSSOS FLIP-FLOPS EM
ESTADOS ALEATÓRIOS, A ENTRADA ($S=0, R=0$) É

PROIBIDA.

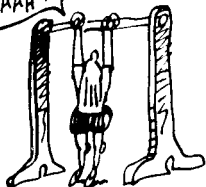
PODEMOS RESUMIR O FLIP-FLOP "R-S" BÁSICO NA FORMA:



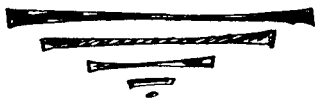
S	R	Q	$\bar{Q}$
1	1	NÃO MUDAM	
1	0	0	1
0	1	1	0
0	0	PROIBIDO!	

AS ENTRADAS DOS FLIP-FLOPS SÃO PROJETADAS DE FORMA
A GARANTIR QUE O ESTADO PROIBIDO NUNCA OCORRA.

GAAAH!

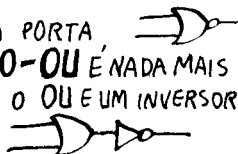


UM PEQUENO EXERCÍCIO:



UUUPA!

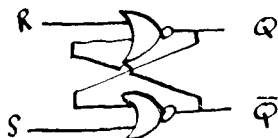
UMA PORTA **NÃO-OU** É NADA MAIS QUE O OU E UM INVERSOR:



EU SOU A VERDADE!

A	B	NÃO-OU
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

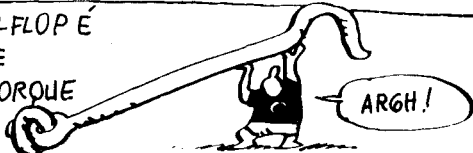
UM FLIP-FLOP R-S BÁSICO PODE SER FEITO TAMBÉM COM PORTAS NÃO-OU:



OOOPA!

1. QUAL É A SAÍDA PARA $R=0$, $S=1$? PARA $S=0$, $R=1$?
2. O QUE ACONTECE QUANDO SE PASSA DESTAS CONDIÇÕES PARA $R=S=0$?
3. QUAL É A SAÍDA PARA $R=1$, $S=1$? O QUE ACONTECE QUANDO SE MUDA PARA $R=0$, $S=0$?
4. QUAL A COMBINAÇÃO DE ENTRADA DEVE SER PROIBIDA?
5. SE $R=0$, $S=0$, COMO VOCÊ ATIVA ESTE FLIP-FLOP (FAZ $Q=1$)? COMO VOCÊ O DESATIVA?

A PROPÓSITO, UM FLIP-FLOP É TAMBÉM CHAMADO DE **LATCH** (TRINCO) PORQUE ELE "TRANCA" O DADO.



ARGH!

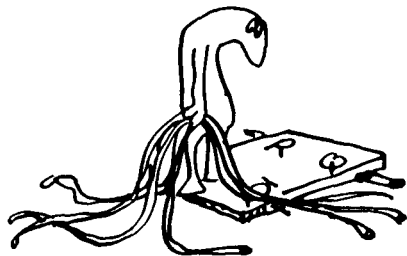
REGISTRADORES, CONTADORES & GLITCHES



SE O FLIP-FLOP ARMAZENA UM BIT, UM REGISTRADOR ARMAZENA VÁRIOS BITS A UM SO TEMPO. É COMO UMA FILA DE CAIXAS, CADA UMA ARMAZENANDO 1 BIT.

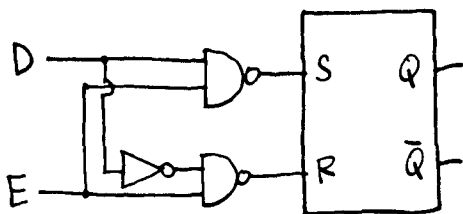


UMA FILA DE FLIP-FLOPS PODERIA FAZER O SERVIÇO...

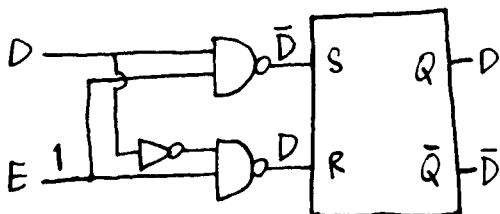


... DE CERTA FORMA!
MAS SE VOCÊ TENTA FAZER ESTE SERVIÇO CONECTANDO ALGUMAS ENTRADAS EM FLIP-FLOPS R-S, VOCÊ VAI VER TAMBÉM CRESCER A CONFUSÃO!

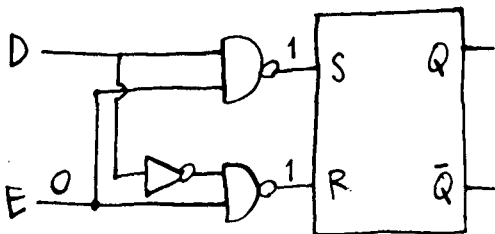
A SOLUÇÃO É ACRESCENTAR UM "CIRCUITO DE PORTA" AO FLIP-FLOP R-S BÁSICO.



AQUI "D" SUGERE **DADOS** E "E" REPRESENTA **HABILITA** (ENABLE). VEJA QUE O CIRCUITO DE PORTA IMPEDE R E S DE SEREM ZERO SIMULTANEAMENTE.



QUANDO $E=1$, ENTÃO $R=D$ E $S=\bar{D}$ (NÃO-D). PORTANTO, O VALOR DE D É ARMAZENADO EM Q. EM OUTRAS PALAVRAS, $E=1$ **HABILITA** O BIT D A SER CARREGADO NO FLIP-FLOP.



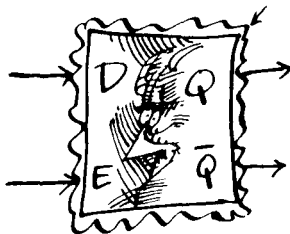
QUANDO $E=0$, S E R FICAM AMBOS EM 1, E O FLIP-FLOP NÃO MUDA. OU SEJA, $E=0$ BLOQUEIA A ENTRADA DE NOVOS DADOS.

COMPUTADORES SÃO
CAIXAS PRETAS FEITAS
DE CAIXAS PRETAS
FEITAS DE CAIXAS PRETAS...



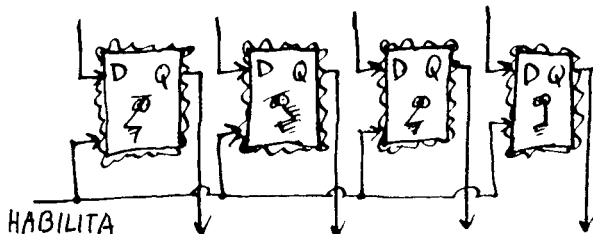
ENTÃO — DENTRO DO ESPÍRITO
DE OLVIDAR O FUNCIONAMENTO
INTERNO UMA VEZ ENTENDIDO
[OU MESMO SEM TÊ-LO
ENTENDIDO JAMAIS],
INCORPORAMOS O CIRCUITO DE
PORTA À CAIXA E PASSAMOS A
DESENHAR O LATCH COM
ENTRADA DE HABILITAÇÃO
NA FORMA

BABADOS



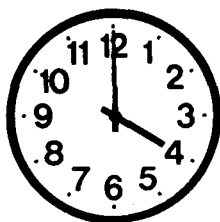
FINALMENTE, EIS O **RÉGISTRADOR PARALELO** :
NÃO APENAS UM TIPO DE REGISTRADOR, MAS UM REPRESENTANTE
LEGÍTIMO DA RAÇA!

ENTRADA DOS DADOS



HABILITA=1
ACARRETA A
CARGA
SIMULTÂNEA
DE 4 BITS
NOS
LATCHES!

AGORA, O QUE CONTROLA A ENTRADA "HABILITA"?



TÃO LOGO VOCÊ COMECE A ARMAZENAR DADOS, SURTEM QUESTÕES DE **TEMPO**: POR QUANTO TEMPO ARMAZENAR? QUANTO MOVER? COMO SINCRONIZAR OS SINAIS? ESTAS QUESTÕES SÃO TÃO CRÍTICAS QUE A LÓGICA COM A MEMÓRIA É CHAMADA

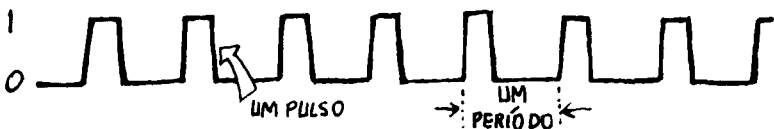
DE **SEQUENCIAL**, PARA DISTINGUI-LA DA DESPROVIDA DE MEMÓRIA, QUE É CHAMADA DE **COMBINACIONAL**. PARA MANTER O PASSO DOS DISPOSITIVOS SEQUENCIAIS,

➡ TODOS OS COMPUTADORES TÊM RELÓGIOS!

O PULSO DE RELÓGIO É A BATIDA DO CORAÇÃO DO COMPUTADOR—SÓ QUE EM VEZ DE UMA BATIDA QUENTE E SERRILHADA, DE CORAÇÃO HUMANO, COMO ESTA —

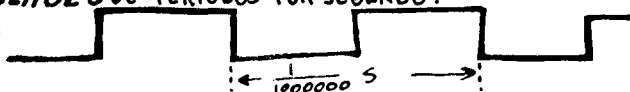


O PULSO DO COMPUTADOR É QUADRADO E FRIO:



UM **PULSO DE RELÓGIO** É O SURTO DE CORRENTE QUANDO A SAÍDA DO RELÓGIO ESTÁ EM 1. UM **PERÍODO** É O INTERVALO ENTRE O INÍCIO DE UM PULSO E O INÍCIO DO SEQUINTE. DEPENDENDO DO COMPUTADOR A FREQUÊNCIA DO RELÓGIO PODE IR DE CENTENAS DE MILHARES A **BILHÕES** DE PERÍODOS POR SEGUNDO!

COMPUTADOR LENTO:



COMPUTADOR RÁPIDO:

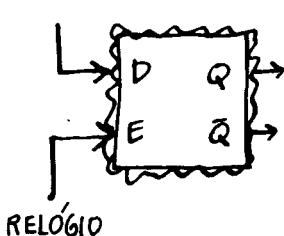


A INTENÇÃO AO SE USAR UM RELÓGIO É QUE O ESTADO LÓGICO DO COMPUTADOR MUDE **SOMENTE** AO PULSO DE RELÓGIO. IDEALMENTE, NA VIRADA DO RELÓGIO PARA 1, TODOS OS SINAIS SE MOVEM, E PARAM QUANDO O RELÓGIO VOLTA A 0. ENTÃO ANDAM... ENTÃO PARAM... ENTÃO ANDAM...



ANDA PARA ANDA PARA...

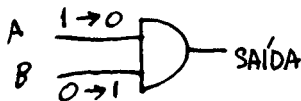
UM EXEMPLO TÍPICO É LIGAR O RELÓGIO À ENTRADA "E" DO LATCH GATILHADO. NESTE CASO, O LATCH RECEBE O NOME DE "FLIP-FLOP".



ENTÃO UM NOVO BIT DE DADOS É CARREGADO A CADA PULSO DE RELÓGIO!



DESGRACADAMENTE, AS COISAS RARAMENTE SÃO IDEAIS! UM SINAL GASTA UM TEMPO NÃO NULO PARA PERCORRER UM FIO E, ASSIM, AS COISAS NUNCA ESTÃO EM SINCRONISMO PERFEITO. POR EXEMPLO, SUPONHA UMA PORTA-**E** EM QUE UMA ENTRADA ESTEJA MUDANDO DE 1 PARA 0 E A OUTRA DE 0 PARA 1:



SE A MUDA DEPOIS DE B, A SAÍDA GERA UM PULSO ESPÚRIO:

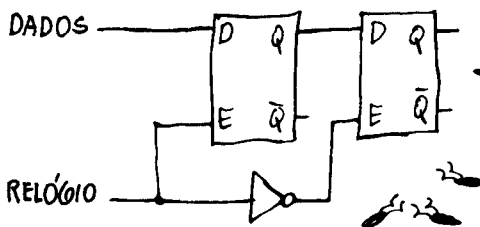


ESTE PULSO É UM **GLITCH** E, ESTREITO COMO É, AINDA PODE FAZER UM FLIP-FLOP!



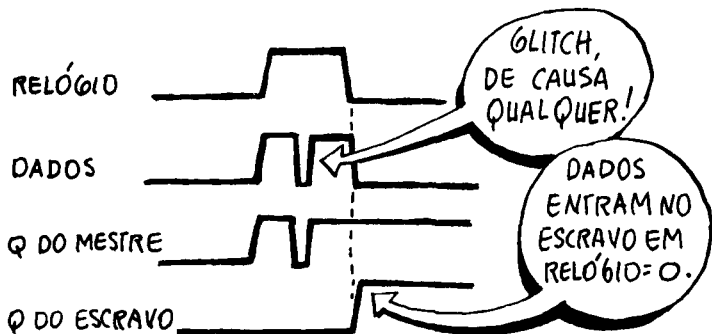
COMUTAR!
SOMOS INEVITÁVEIS!

O GLITCH É ELIMINADO PELO
FLIP-FLOP **MESTRE-ESCRAVO**:



NASCEMOS
IGUAIS, MESTRE,
E SOMENTE
MINHA
POSICÃO
ME FAZ
ESCRAVO!

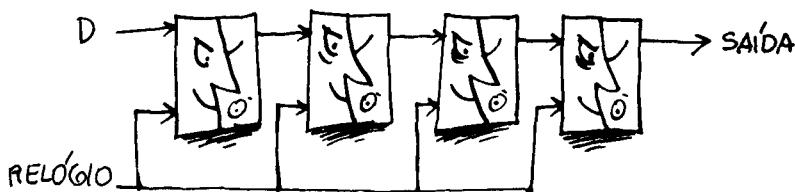
O SINAL DO RELÓGIO INVERTIDO QUE CHEGA AO ESCRAVO
ATRAZA O DADO QUE VEM DO MESTRE ATÉ O **FINAL** DE UM
PULSO, QUANDO TODOS OS GLITCHES JA' ERAM. POR EXEMPLO,
SUPONHA A CARGA DO BIT 1 NO FLIP-FLOP.



COMO SEMPRE,
DESENHAMOS A
COISA TODA COMO
UMA ÚNICA CAIXA!



MONTANDO UM CONJUNTO DE FLIP-FLOPS MESTRES-ESCRAVOS EM SÉRIE OBTÉMOS UM **REGISTRO DE DESLOCAMENTOS**



NUM REGISTRO DE DESLOCAMENTO OS DADOS ENTRAM BIT A BIT DESLOCANDO-SE PARA A DIREITA A CADA PULSO DE RELOGIO.

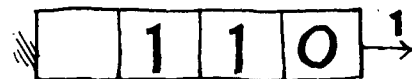
POR EXEMPLO, O QUARTETO 1101 ENTRARIA NO REGISTRO DE DESLOCAMENTO NA FORMA :



CADA PULSO DE RELOGIO LEVA UM NOVO BIT AO REGISTRO (PORQUE O BIT NÃO ATRAVESSA TODO O REGISTRO COM UM SÓ PULSO? DEVIDO AOS FLIP-FLOPS MESTRES-ESCRAVOS !)



DA MESMA FORMA, O QUARTETO DESLOCA UM BIT PARA FORA A CADA PULSO.



REGISTROS DE DESLOCAMENTO SERVEM PARA TRANSMISSÃO **EM SÉRIE**, UM BIT POR VEZ.

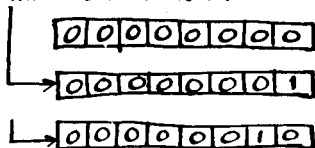
POR ÚLTIMO, UM TIPO ESPECIAL
DE REGISTRO: O **CONTADOR**.

É PARECIDO
COM O
CONDE* DE
MONTE CRISTO?



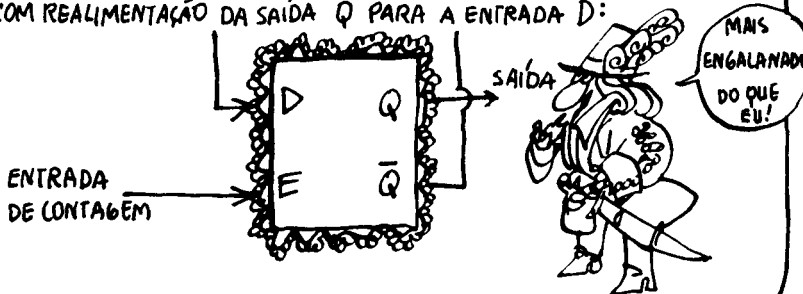
UM CONTADOR É PRECISAMENTE
O QUE O NOME SUGERE: ALGO
QUE CONTA. EM OUTRAS
PALAVRAS, É UM REGISTRO QUE SE
AUTOINCREMENTA - SOMA 1 AO
SEU CONTEÚDO - QUANDO
RECEBE ORDEM DE CONTAR:

ENTRADA DE CONTA GEM

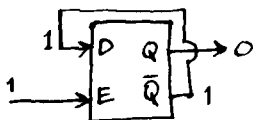


ETC!

ASSIM DESCRITO, UM CONTADOR PARECE FÁCIL DE REALIZAR: É SÓ
COMBINAR UM SOMADOR E UM REGISTRO! ISTO REALMENTE FUNCIONARIA,
MAS HÁ UM MODO AINDA MAIS BRILHANTE, BASEADO EM OUTRO
FANTÁSTICO FLIP-FLOP. OBSERVE ESTE FUP-FLOP MESTRE-ESCRAVO,
COM REALIMENTAÇÃO DA SAÍDA $\bar{Q}$ PARA A ENTRADA D:

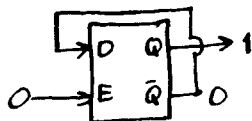


EM $E=1$, $\bar{Q}$ É A ENTRADA EM D:



E:

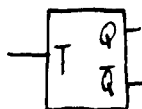
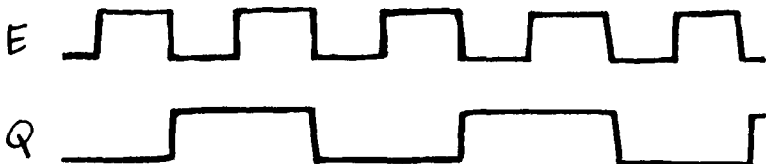
EM $E=0$, D PASSA PARA Q, INVERTENDO AS SAÍDAS.



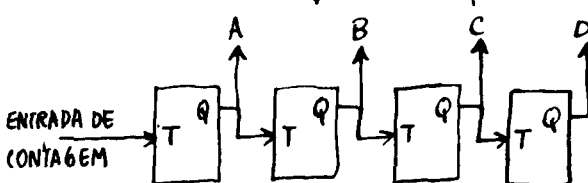
E:



ASSIM, Q INVERTE A CADA PERÍODO DE E — OU SEJA, Q **GIRA*** NA METADE DA FREQUÊNCIA DE E:



COMO DE HÁBITO, ABREVIAMOS O CIRCUITO TODO POR ESTA CAIXA SIMPLES. O "T" É PARA "TOGGLE", INDICANDO QUE O FLIP-FLOP INVERTE TODA VEZ QUE $T=1$. ENTÃO AÍ ESTÁ O CONTADOR: CADA FLIP-FLOP DIVIDINDO POR 2 A FREQUÊNCIA DO QUE ESTÁ À ESQUERDA DELE.



ENTRADA DE CONTA GEM	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
...	...	...	...	...

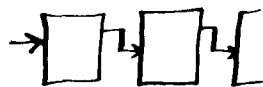


ELE CONTA DE 0000 ATÉ 1111!

ALGUNS PONTOS A DESTACAR:

1

ESTE CONTADOR É CHAMADO "CONTADOR ASSÍNCRONO DE PROPAGAÇÃO" PORQUE A CONTAGEM SE PROPAGA DE FLIP-FLOP EM FLIP-FLOP. ISTO GERA UM PEQUENO ATRASO NA CONTAGEM.



EU CURTO ONDULAÇÕES...



2

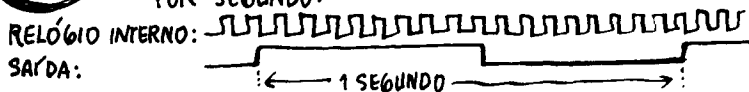
A CHEGADA DO PULSO 16 FAZ O CONTADOR VOLTAR A 0. PARA IR ALEM DO 15 SÃO PRECISOS MAIS FLIP-FLOPS.



ESTE CONTADOR DE 4 BITS CONTA DE 0 A $2^4 - 1 = 16$. 383

3

O N-ÉSIMO FLIP-FLOP NUM CONTADOR DESTES TIPO **DIVIDE** O PULSO DE CONTAGEM POR 2^N . OS RELÓGIOS DIGITAIS BASEIAM-SE NESTE PRINCÍPIO: O PULSO INTERNO DE ALTA FREQUÊNCIA DE UM RELÓGIO É DIVIDIDO ATÉ CHEGAR EXATAMENTE A 1 CICLO POR SEGUNDO.



4

HA' TAMBÉM CONTADORES **SÍNCRONOS**, QUE APRESENTAM TODOS OS BITS A UM SÓ TEMPO, E CONTADORES QUE VOLTAM A ZERO EM QUALQUER NÚMERO PRÉ-PROGRAMADO. QUALQUER QUE SEJA O CASO, DAQUI PARA A FRENTE, UM CONTADOR É APENAS OUTRA CAIXA PRETA.



SÁIDAS DO CONTADOR (BINÁRIO)

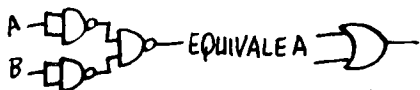
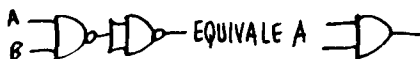
ENTRADA DE CONTAGEM

EXERCÍCIOS

O SURPREENDENTE NÃO-E:



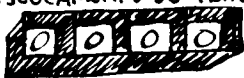
1. MOSTRE QUE



CONCLUA QUE $\Rightarrow$ QUALQUER LÓGICA
PODE SER REALIZADA
USANDO APENAS
NÃO-E!!!

2. O MESMO SE APLICA A **NÃO-OU?**

4. DADO UM REGISTRO DE
DESLOCAMENTO DE 4 BITS,



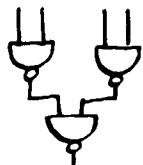
MOSTRE SEU CONTEÚDO APÓS
CADA UM DE 4 PULSOS DE RELÓGIO
ENTRANDO-SE COM O QUARTETO 0011.

6. MOSTRE PARA SI PRÓPRIO CINTO DE
QUE A CONEXÃO DE INVERSORES SEGURANÇA
AS SAÍDAS DO CONTADOR A P.109.
LEVA-O A CONTAR PARA TRÁS.

3. MOSTRE QUE



EQUIVALE A



REPROJETE O SOMADOR
DA P. 126 USANDO
APENAS PORTAS-NÃO-E.

5. COMO VOCÊ DEVERIA
CONECTAR UMA CAMPAINHA
PARA SOAR QUANDO A
CONTAGEM ATINGISSE
NOVE (=1001 BINÁRIO)?

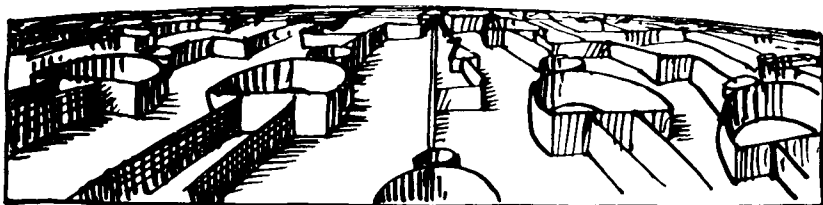
SUGESTÃO: VEJA A
CAMPAINHA DO

AGORA, CASO VOCÊ ESTEJA SUFOCANDO COM O ESPALHETE —

OS COMPLEXOS DIAGRAMAS
DAS PÁGINAS ANTERIORES NEM
DE LONGE PRETENDEM SE
COMPARAR A REALIZAÇÃO DE
QUALQUER COMPUTADOR.
ANTES, MOSTRAM QUE AS
FUNÇÕES ESSENCIAIS NUM
COMPUTADOR — CALCULAR,
COMPARAR, DECODIFICAR,
ESCOLHER DADOS E OS
ARMAZENAR — BASEIAM-SE
TODAS EM **LÓGICA**
SIMPLES.



AGORA QUE SE PRESUME QUE
VOCÊ CREIA NO PODER DA
LÓGICA, DISPENSAMOS OS
DIAGRAMAS !



MEMÓRIA

ELETROMECAÂNICA

DINÂMICA

MOLATUROS

ACESSORIO RANDÔMICO

ELETRÔNICA

BOLHA

ESTÁTICA

70 ON

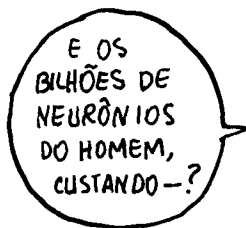


NA INFÂNCIA DA COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA, ERA MAIS CARO AUMENTAR A MEMÓRIA QUE O PODER DE COMPUTAÇÃO. PROFUSÃO DE PROCESSAMENTO IMPLICAVA RELATIVAMENTE POUCOS COMPONENTES, MAS CADA INCREMENTO DE MEMÓRIA QUERIA DIZER **MAIS** = MAIS LUGARES FÍSICOS, REAIS, PARA GUARDAR COISAS!



CONSEQUÊNCIA:
GRANDES
PROCESSADORES,
PEQUENAS
MEMÓRIAS!

DESDE ENTÃO, AS PESQUISAS EM TECNOLOGIA DE MEMÓRIA REDUZIRAM OS CUSTOS CONSIDERAVELMENTE. POR POUCOS MILHÕES DE CRUZEIROS VOCÊ PODE COMPRAR UM MICRO COM MAIS DE 64.000 BYTES DE MEMÓRIA, COMPARADO COM A MEMÓRIA DE 100 NÚMEROS* DO **ENIAC** - A UM CUSTO DE CENTENAS DE MILHÕES!!



E OS
BILHÕES DE
NEURÔNIOS
DO HOMEM,
CUSTANDO - ?

*O ENIAC NÃO
CALCULAVA
EM BINÁRIO.

O MESMO ESFORÇO DE PESQUISA, NO
ENTANTO, LEVOU A UMA DESCONCERTANTE
BABEL DE TIPOS E TECNOLOGIAS DE
MEMÓRIA!!

MEMÓRIAS DE
CARTÃO, MEMÓRIAS
DE FITA, TAMBOR,
DISCO, BOLHA, ÓTICA, DE
NÚCLEOS, POR ACOPLAMENTO
DE CARGAS, E BIPOLAR;
VOLÁTIL E NÃO-VOLÁTIL;
DINÂMICA E ESTÁTICA, DESTRUTIVA
E NÃO-DESTRUTIVA, LÊ/ESCREVE,
SO' DE LEITURA, SO' DE
LEITURA PROGRAMÁVEL,
SO' DE LEITURA
PROGRAMÁVEL APAGÁVEL ...

≧PANT≦

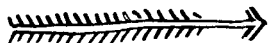
≧PUFF≦

SERÁ QUE
EU ESQUECI
DE ALGUMA
COISA?

NÃO ME
LEMBRO...



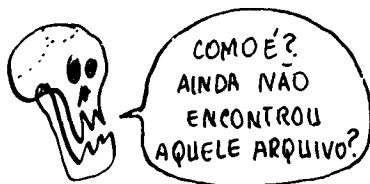
BEM, URGE COMEÇAR POR ALGUM PONTO!!



HA' UMA DIFERENÇA
ESSENCIAL ENTRE
DISPOSITIVOS DE
MEMÓRIA
ELETRÔNICOS
E
**ELETO-
MECÂNICOS.**

AS MEMÓRIAS ELETRÔNICAS, NÃO
TENDO PARTES MÓVEIS, SÃO
TÃO RÁPIDAS QUANTO O
RESTO DO COMPUTADOR.

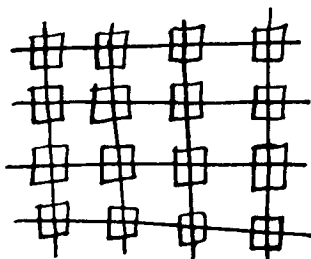
AS MEMÓRIAS ELETROMECAÑICAS,
COMO DISCOS OU FITAS MAGNÉTICAS,
POSSUEM PARTES MÓVEIS.
ISTO AS TORNA MAIS, OU MENOS,
LENTAS — DEPENDENDO DO
TIPO DA MEMÓRIA.



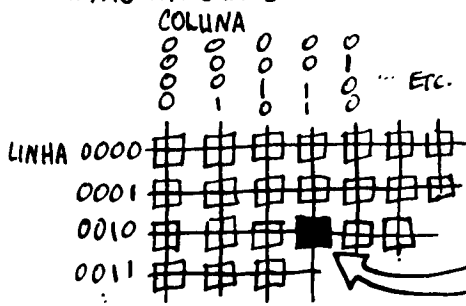
AS MEMÓRIAS ELETRÔNICAS, POR
SUA VELOCIDADE, SÃO IDEIAIS COMO
MEMÓRIA PRINCIPAL (OU INTERNA)
DO COMPUTADOR. JÁ AS ELETROMECAÑICAS
APARECEM COMO MEMÓRIAS AUXILIARES,
EXTERNAS AO COMPUTADOR.

AS MEMÓRIAS ELETROMECAÑICAS
COMPENSAM SUA LENTIDÃO COM UMA
CAPACIDADE GIGANTESCA DE
ARMAZENAMENTO. UM ÚNICO DISCO
RÍGIDO PODE ARMAZENAR 10 MILHÕES
DE BYTES, COMPARADO À MEMÓRIA
TÍPICA DE UM MICRO QUE É
DE $65.536 (=2^{16})$ BYTES.

PODE-SE IMAGINAR A MEMÓRIA PRINCIPAL COMO UMA GRADE, COM UMA CELA EM CADA INTERSEÇÃO. DEPENDENDO DO COMPUTADOR CADA CELA PODE ARMAZENAR UM BYTE, DOIS BYTES, OU MAIS.



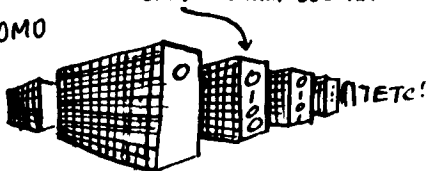
CADA CELA TEM UM **ENDEREÇO** ÚNICO, QUE DÁ SUA POSIÇÃO NA GRADE.



ENDEREÇO 0010 0011
LINHA COLUNA

NA PRÁTICA, PODE HAVER DIVERSAS DESTAS GRADES E, NESTE CASO, O ENDEREÇO ESPECIFICA O NÚMERO DA GRADE, BEM COMO DA LINHA E DA COLUNA NA MESMA.

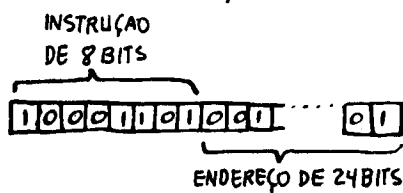
ENDEREÇO
0101 1001 1110
GRADE LINHA COLUNA



NOTA:

NÃO CONFUNDA O ENDEREÇO COM O CONTEÚDO DE UMA CELA!!

QUAL É O NÚMERO MÁXIMO DE CELAS QUE O COMPUTADOR PODE ENDEREÇAR? ISTO DEPENDE DO TAMANHO E DA ESTRUTURA DA "PALAVRA" DO COMPUTADOR. POR EXEMPLO, UM COMPUTADOR DE 32 BITS PODE RESERVAR 8 BITS PARA CÓDIGO DE INSTRUÇÃO...



...E OS DEMAIS 24 BITS PARA ENDEREÇO.

NESTE CASO, O ENDEREÇO PODE VARIAR DE

00000 ... 0
A

1111 ... 1 = $2^{24} - 1$

DANDO 2^{24} POSSÍVEIS CELAS DE MEMÓRIA.



UM MICRO DE 8 BITS, POR OUTRO LADO, PODE PROCESSAR TRÊS BYTES EM SEQUÊNCIA.

0 0 1 1 0 1 1 1

UMA INSTRUÇÃO,

1 0 0 1 1 0 1 0

A PRIMEIRA METADE DE UM ENDEREÇO,

0 0 0 1 0 1 0 0

E A SEGUNDA METADE DE UM ENDEREÇO.

➡ AQUI O ENDEREÇO É DE 16 BITS, DANDO $2^{16} = 65.536$ ENDEREÇOS POSSÍVEIS.



PALAVRAS DE 16 BITS GERALMENTE SÃO DIVIDIDAS EM BYTE MAIS ALTO E MAIS BAIXO.

1 0 0 0 1 1 0 | 0 0 0 1 0 0 1 0
MAIS ALTO MAIS BAIXO

PARA FACILITAR O MANUSEIO DOS ENDEREÇOS, NUM PEQUENO PASSE DE MÁGICA NÓS OS PASSAMOS PARA

HEXADECIMAL,

OU DÍGITOS DE BASE 16.

$$10_{\text{HEXA}} = 16_{\text{DECIMAL}}$$

$$100_{\text{HEXA}} = 16^2 = 256$$

$$1000_{\text{HEXA}} = 16^3 = 4096$$

...

ETC!



ASSIM COMO A BASE 10 REQUER DÍGITOS DE 0 A 9, A BASE 16 PRECISA DE DÍGITOS DE 0 A 15. OS ADICIONAIS USAM AS LETRAS A A F:

DECIMAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
HEXA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

POR EXEMPLO:

$$4A0D_{\text{HEXA}} =$$

$$\begin{aligned} & 4 \times 16^3 \\ & + 10 \times 16^2 \\ & + 0 \times 16 \\ & + 13 \times 1 \end{aligned}$$

$$18.957_{\text{DECIMAL}}$$

CONVERSÃO DE BINÁRIO EM HEXA:
AGRUPE O BINÁRIO EM QUARTETOS,
PARTINDO DA DIREITA. CONVERTA
CADA QUARTETO NUM DÍGITO HEXA!

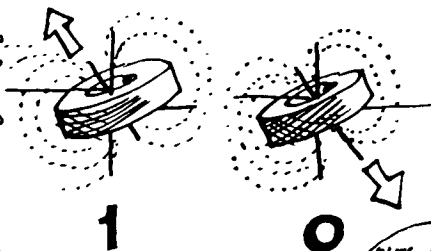
$$\begin{array}{cccc} 101 & 1110 & 0101 & 1011 \\ \hline 5 & C & 5 & B \end{array}$$

PARA CONVERTER HEXA EM BINÁRIO
BASTA INVERTER O PROCESSO.

DO PONTO DE VISTA DE HARDWARE SÃO TRÊS OS TIPOS PRINCIPAIS DE MEMÓRIA INTERNA.

DE NÚCLÉOS:

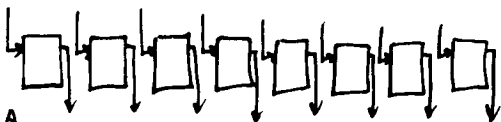
SÃO FEITAS DE PEQUENOS NÚCLÉOS MAGNÉTICOS. CADA NÚCLEO PODE SER MAGNETIZADO ELÉTRICAMENTE EM UM DE DOIS SENTIDOS, REPRESENTANDO 0 E 1.



E DUAS MEMÓRIAS A SEMICONDUTOR:

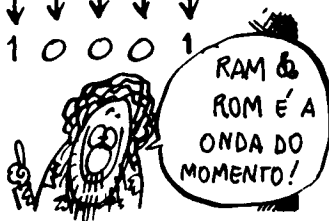
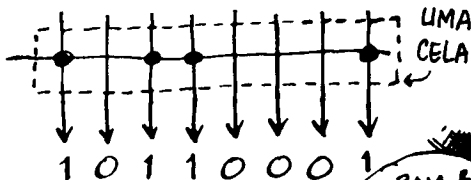
RAM

QUE USA FLIP-FLOPS PARA ARMAZENAR BITS - ASSIM CADA CELA É BASICAMENTE UM REGISTRADOR (PARALELO)!



ROM

QUE É BASICAMENTE UMA GRADE TAL QUE CADA NÓ REPRESENTA 1 OU 0 DEPENDENDO DE HAVER OU NÃO CONEXÃO ELÉTRICA.



RAM VEM DE "RANDOM ACCESS MEMORY", INDICANDO QUE TODAS AS CELAS PODEM SER ENDEREÇADAS DIRETAMENTE E NA MESMA VELOCIDADE. AS MEMÓRIAS ROM E DE NÚCLEOS TAMBÉM TRABALHAM EM ACESSO RANDÔMICO, MAS, POR ALGUMA RAZÃO, A **RAM** APOSSOU-SE DO NOME.

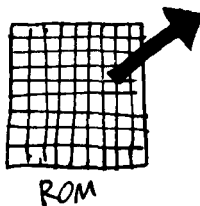
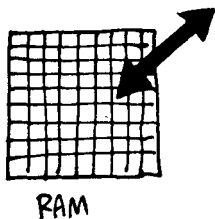


UM CASO DE CONFUSÃO DE RAÇAS...

ROM

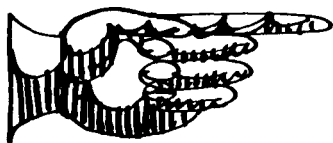
VEM DE "READ-ONLY MEMORY" (MEMÓRIA SÓ DE LEITURA).

LETRAS
TIPO
ROMANO.



A DIFERENÇA PRÁTICA ENTRE ELAS É QUE VOCÊ SÓ PODE **LER** O QUE ESTÁ EM ROM, AO PASSO QUE NA RAM PODE-SE LER E ESCREVER COM A MESMA FACILIDADE.

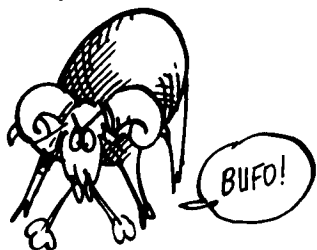
EM GERAL!



QUANDO VOCÊ CARREGA UM PROGRAMA NO COMPUTADOR, ELE É ARMAZENADO NA **RAM**.

* N.T. "RAM", EM INGLÊS, É CARNEIRO.

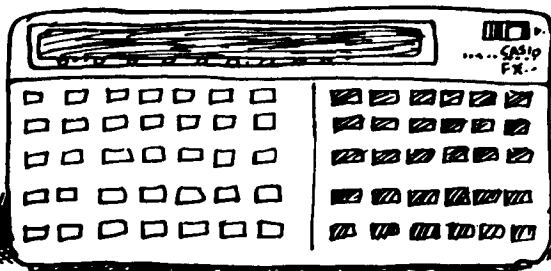
INFELIZMENTE,
A RAM É
VOLÁTIL,



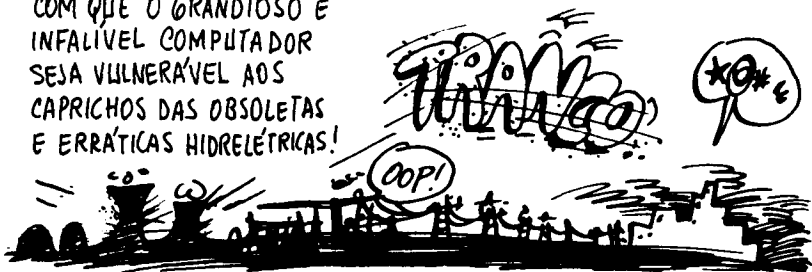
ELA ESQUECE TUDO AO FICAR SEM ENERGIA.

EU, POR EXEMPLO, TENHO UM COMPUTADOR DE BOLSO, COM BATERIA, E QUE TEM 1 680 BYTES DE RAM. PODE ARMAZENAR ATÉ DEZ PROGRAMAS, **MESMO QUANDO O DESLIGO** PORQUE MANTÉM ALGUMA CORRENTE ALIMENTANDO A MEMÓRIA.

MAS, QUANDO
A BATERIA
PIFA...
"BYE-BYE"
PROGRAMAS!

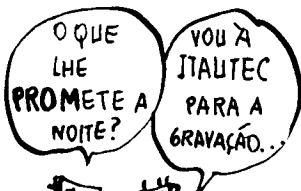


A VOLATILIDADE DA RAM FAZ
COM QUE O GRANDIOSO E
INFALIVEL COMPUTADOR
SEJA VULNERÁVEL AOS
CAPRICHOS DAS OBSOLETAS
E ERRÁTICAS HIDRELÉTRICAS!

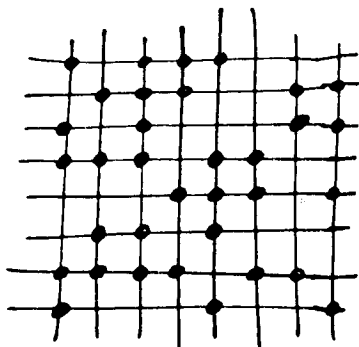


ROM — "READ-ONLY MEMORY" —
SEU CONTEÚDO, UMA VEZ
GRAVADO, NUNCA MAIS PODE SER ALTERADO.*
COMUMENTE A ROM É PROGRAMADA NA
FÁBRICA, MAS HOJE EM DIA HÁ **PROMS** —
ROMs PROGRAMÁVEIS — QUE PODEM SER
GRAVADAS PELO USUÁRIO.

* EXCETO PARA
EPROM — ERASABLE
PROGRAMMABLE
ROM — MAS
NÃO ENTRAREMOS
NISSO!



A ROM, AO CONTRÁRIO DA RAM,
É **NÃO-VOLÁTIL**:
MANTEM SEU CONTEÚDO
MESMO SEM ENERGIA.
AFINAL, ELA NADA MAIS É QUE
UMA VASTA GRADE DE FIOS,
CONECTADOS EM ALGUMAS
INTERSEÇÕES. AS CONEXÕES
PERMANECEM, HAJA, OU NÃO,
CORRENTE ELÉTRICA.



“QUANDO EU DIGO
“VASTA” QUERO DIZER
“PEQUENINA”!”



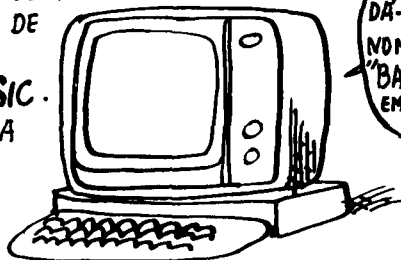
ALGUNS USOS TÍPICOS DE ROM:

A MAIORIA DOS
CARTUCHOS DE
"JOGUINHOS" SÃO DE
ROM BASTA ENCAIXAR
E JOGAR! MAS,
CERTAMENTE,
NÃO PODEM
SER
REPROGRAMADOS...

VOCÊ QUER OUTRO
JOGO, VOCÊ COMPRAS
OUTRO JOGO, FILHO...



VÁRIOS COMPUTADORES PESSOAIS
TÊM MILHARES DE BYTES DE
ROM ARMAZENANDO A
LINGUAGEM CHAMADA **BASIC**.
ASSIM, QUANDO A MÁQUINA
É LIGADA, ELA JÁ
"ENTENDE" ESTA
LINGUAGEM.

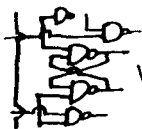


A ISTO
DÁ-SE O
NOME DE
"BASIC
EMBUITO"

E, COMO VEREMOS, AS ROMS DESEMPENHAM
UM PAPEL IMPORTANTE NO ITEM
"CONTROLE" DO COMPUTADOR.

NA RETAGUARDA
DO CRESCIMENTO
EXPLOSIVO DE
RAM E ROM
ESTÁ...

**A INCRÍVEL
TECNOLOGIA
DA
MINIATURIZAÇÃO!**



GRAVADOS EM PASTILHAS DE
SILÍCIO, A DENSIDADE DE
COMPONENTES POR
PASTILHA VEM

DOBRANDO
A CADA ANO!

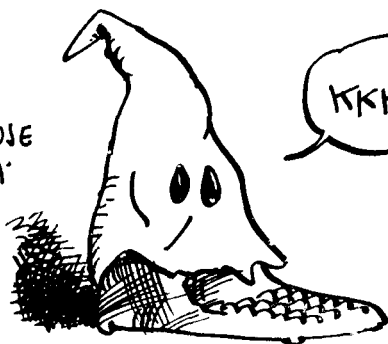


A MEDIDA PADRÃO DO ARMAZENAMENTO POR PASTILHA É O
K ABREVIÇÃO DE "KILO" ("CHILO" É 1000 EM GREGO),
SÓ QUE EM COMPUTÊS ELE VALE 2¹⁰, A POTÊNCIA DE
2 MAIS PRÓXIMA DE 1000:

QUASE
GREGO
PARA QUASE
1000!

K = 1024

A PRIMEIRA
PASTILHA RAM
DE 1K BITS DE
ARMAZENAMENTO
FOI UM "AUÊ" MAS HOJE
64 K É COMUM, E JÁ
EXISTE A PASTILHA
DE 256K!
QUAL SERÁ
A PRÓXIMA?



KKK?
*

*N.T. KKK É A SIGLA DE KU-KLUX-KLAN.



APESAR DESTE CRESCIMENTO NA CAPACIDADE DA RAM
AINDA HA' PRECES NÃO ATENDIDAS!!

MOSTRE-NOS
COMO
ARMAZENAR
ALEM
DA CAPACIDADE
DA MEMÓRIA
INTERNA!

PROTEJA
NOSSOS
DADOS CONTRA
AS QUEDAS
DE ENERGIA!

CONCEDA-NOS
UMA BIBLIOTECA
DAS ROTINAS USADAS
FREQUENTEMENTE!

DÊ-NOS
DISPOSITIVOS
OPERADOS A
LASER!



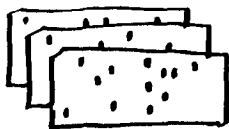
A RESPOSTA?

memória de massa.

COMO O NOME SUGERE, MEMÓRIA DE MASSA É A QUE ARMAZENA GRANDE QUANTIDADE!! QUASE TODOS OS DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO DE MASSA SÃO **NÃO**-VOLÁTEIS E POSSUEM COMPONENTES MECÂNICOS QUE OS TORNAM MUITO MAIS LENTOS QUE AS MEMÓRIAS ELETRÔNICAS DE ACESSO RANDÔMICO.

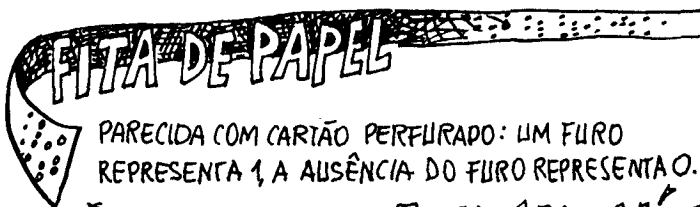


POR EXEMPLO:



CARTÕES PERFURADOS.

OS CARTÕES DE JACQUARD, BABBAGE E HOLLERITH AINDA ESTÃO EM USO!



FITA DE PAPEL

PARECIDA COM CARTÃO PERFURADO: UM FURO REPRESENTA 1, A AUSÊNCIA DO FURO REPRESENTA 0.

FITA MAGNÉTICA

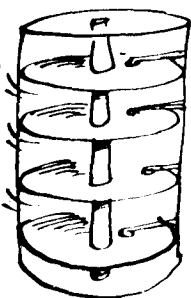
ARMAZENA BITS EM PEQUENAS REGIÕES MAGNÉTICAS, QUE PODEM SER IMANTADAS EM UM DE DOIS SENTIDOS, VALENDO 1 OU 0.

MAIS RÁPIDO, MAIS COMPACTO, E O TIPO DE ARMAZENAMENTO COMUMENTE ESCOLHIDO É O

DISCO MAGNÉTICO

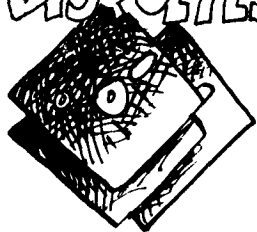


DISCOS TAMBÉM GUARDAM BITS EM PEQUENAS REGIÕES MAGNÉTICAS - ATÉ 10 MILHÕES DE BYTES POR "PRATO"!



UM GRANDE SISTEMA DE COMPUTADOR GERALMENTE USA UNIDADES MULTIDISCOS, COM BRAÇOS SEMELHANTES AOS DE TOCA-DISCOS AVANÇANDO E RECUANDO ATRAVÉS DOS PRATOS EM ROTAÇÃO.

DISQUETES

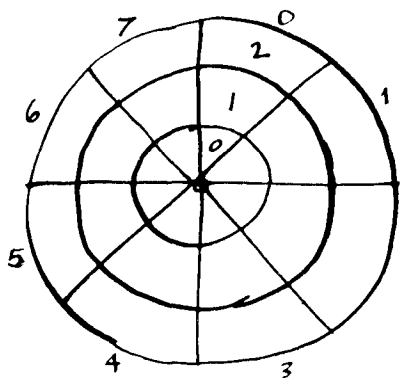


SÃO DISCOS MAGNÉTICOS DE PLÁSTICO, PEQUENOS E DE BAIXO CUSTO. FICAM SEMPRE EM INVÓLCROS, PORQUE UM GRÃO DE POEIRA PODE GERAR UM MONSTRUOSO **GLITCH!**



OUTRAS MEMÓRIAS DE MASSA MAIS SOFISTICADAS INCLUEM: MEMÓRIAS DE **BOLHA**, **DISPOSITIVOS DE CARGAS ACOPLADAS** E **DISCOS ÓTICOS**, LIDOS POR LASER.

COMO A MEMÓRIA INTERNA, O ARMAZENAMENTO DE MASSA DEVE SER ORGANIZADO, OU "FORMATADO". PEQUEO DISQUETE POR EXEMPLO:

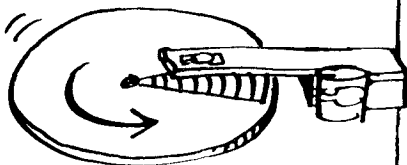
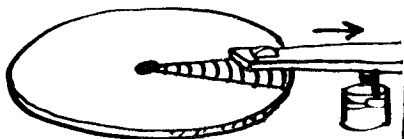


DISQUETES SÃO FORMATADOS EM TRILHAS E SETORES — TRÊS TRILHAS E OITO SETORES NESSE DISQUINHO SUPERSIMPLIFICADO (O COMUM SÃO 26 SETORES E 77 TRILHAS NUM DISQUETE).

PARA O ACESSO A UM DETERMINADO BLOCO DE DADOS BASTAM O NÚMERO DA TRILHA E DO SETOR. ENTÃO A UNIDADE DE DISQUETE

1) AVANÇA OU RETROCEDE O CABEÇOTE PARA A TRILHA ESPECIFICADA

2) ESPERA O DISCO GIRAR ATÉ QUE O SETOR DESEJADO FIQUE SOB O CABEÇOTE DE LEITURA/ESCRITA.



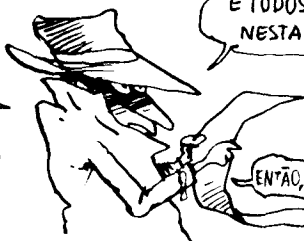
ESTE PROCESSO LEVA MILISSEGUNDOS — UMA ETERNIDADE PARA UM COMPUTADOR!

ALGUMAS APLICAÇÕES TÍPICAS DE MEMÓRIA DE MASSA:

UM CRIADOR DE ROEDORES
COMPRA OS PROGRAMAS
DE AUMENTO DA PRODUÇÃO,
ARMAZENADOS EM DISQUETE
(DA ROI-ROI & FILHOS LTDA).



SÓ
QUEM NÃO
ESTA'
NESTA LISTA
PODE
VÊ-LA...



UMA AGÊNCIA DO
GOVERNO (SINTA O
DRAMA) MANTÉM UM
ARQUIVO ACERCA DOS
CIDADÃOS, EM DISCO RÍGIDO..

ENTÃO, QUEM SOU EU?

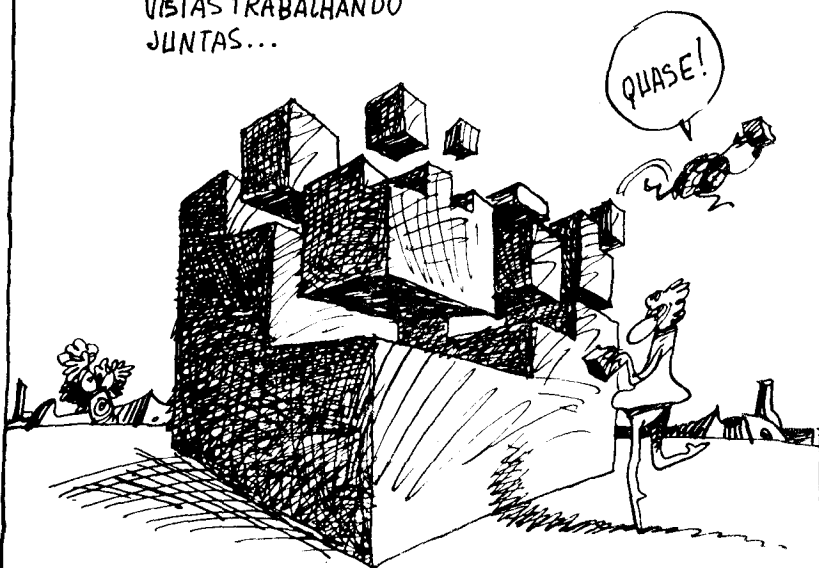
A TELEFÔNICA GRAVA
EM MEMÓRIA DE BOLHA
A MENSAGEM: "TELESP
INFORMA: ESTE NÚMERO DE
TELEFONE NÃO EXISTE.
FAVOR..."



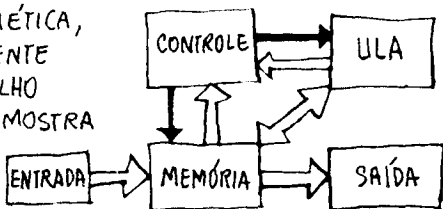
BOM, VOCÊ PEGOU O ESPÍRITO DA
COISA... JA' É HORA DE IR ADIANTE...

PONDO TUDO SOB **CONTROLE**

ONDE TODAS AS
CAIXAS PRETAS
FINALMENTE SÃO
VISTAS TRABALHANDO
JUNTAS...



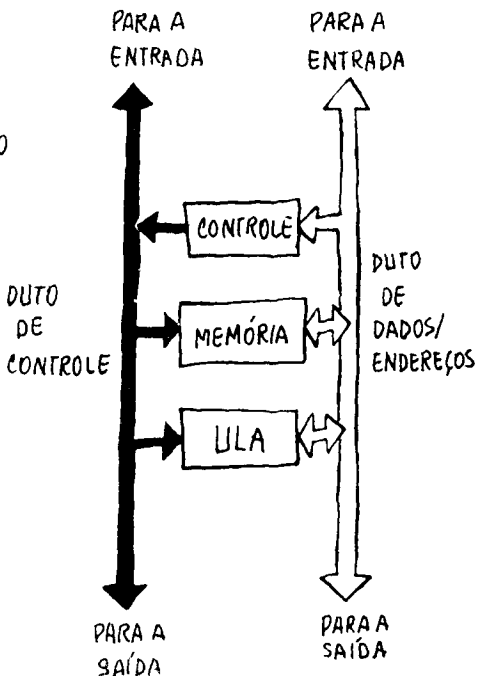
AO LADO DE E/S, MEMÓRIA E UNIDADE LÓGICA E ARITMÉTICA, CONTROLE É O COMPONENTE CRÍTICO FINAL. NOSSO VELHO DIAGRAMA ESQUEMÁTICO MOSTRA O FLUXO DO CONTROLE (⇒) E DA INFORMAÇÃO (⇨).



AJUDA REDESENHARMOS ESTE DIAGRAMA NUMA FORMA QUE REFLETE MELHOR UM PROJETO GENUÍNO DE COMPUTADOR CONHECIDO COMO "ESTRUTURA DE DUTOS".

AS FLECHAS VERTICAIS, REPRESENTANDO CAMINHOS ELÉTRICOS DE UM BYTE OU MAIS DE LARGURA, SÃO OS **DUTOS**.

CONTROLADOS PELOS SINAIS NO DUTO DE CONTROLE, ENDEREÇOS E DADOS TRAFEGAM NO DUTO DE DADOS/ENDEREÇOS, COM A RESSALVA DE UM SÓ ELEMENTO "VIAJAR" POR VEZ NO DUTO.



 OBSERVE QUE TODAS AS FLECHAS DO DUTO DE CONTROLE **SAEM** DA SEÇÃO DE CONTROLE.

COMO PODERÍAMOS VISUALIZAR ESTE CONTROLE, GERADOR DE TODAS AS FLECHAS PRETAS??

COMO UM ROBÔ MEGALOMANIACO QUE PÕE SEUS DEDOS ELETRÔNICOS EM TUDO?



EU-DEVO-MANTER-CONTROLE-CUSTE-O-QUE-CUSTAR.

UM REI SENSATO QUE JUDICIOSAMENTE ESCOLHE O MOMENTO APROPRIADO PARA CADA AÇÃO?



IDE... E MULTIPLICAÍ-VOS!



UM OPRESSOR IMPLACÁVEL QUE MANEJA UM CHICOTE SOBRE OS GLITCHES INSUBMISSOS?



BUM, QUE AO MENOS OS DUTOS FUNCIONEM DIREITO!



COMO QUALQUER UM, O CONTROLE REVELA SEU CARÁTER PELO SEU COMPORTAMENTO... ENTÃO OBSERVEMOS O QUE ACONTECE NESTE COMPUTADOR SUPERSIMPLIFICADO, QUE ENCORPA O DIAGRAMA DE DUAS PÁGINAS ATRÁS COM ALGUNS REGISTRADORES E CONTADORES INDISPENSÁVEIS.



ESTE É UM CONJUNTO MÍNIMO DE EQUIPAMENTOS. UM COMPUTADOR TÍPICO POSSUI MAIS REGISTROS E CONTADORES MAS TODOS TÊM OS MOSTRADOS ACIMA.

EIS PARA QUE SERVEM:

CONTADOR DE PROGRAMA: ASSINALA AS INSTRUÇÕES, UMA A UMA...



DOIS...
DOIS...?

REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO: MANTÉM O CÓDIGO DA INSTRUÇÃO QUE ESTÁ SENDO EXECUTADA.

“COTINHE” O ESPAGUETE POR DEZ MINUTOS.



REGISTRADOR DE ENDEREÇO: MANTÉM O ENDEREÇO DA POSIÇÃO DE MEMÓRIA REFERENCIADA.



DÊ-ME O BYTE DE NÚMERO 0101!

ACUMULADOR: O REGISTRADOR PRINCIPAL DA ULA, PARTICIPANDO DE TODAS AS OPERAÇÕES DELA.

NÃO PODERIA CALCULAR $1+1$ SEM ELE!



REGISTRADOR B: COMO UM MOTEL QUE ALUGUE QUARTOS POR MICROSEGUNDOS!
REGISTRADOR AUXILIAR QUE ARMAZENA NÚMEROS EM SEU CAMINHO PARA A ULA.



REGISTRADOR C: ARMAZENA DADOS A CAMINHO DA SAÍDA.

HA' CONTROLE DO LADO DE FORA DO MUNDO?



DE FATO, O CONTROLE GASTA A MAIOR PARTE DO SEU TEMPO TROCANDO OS CONTEÚDOS DESTES REGISTRADORES!

PARA VER COMO O CONTROLE OPERA, SIGAMOS OS PASSOS DO
COMPUTADOR **SOMANDO DOIS NÚMEROS.**
NOSSO "DÉBUT" EM PROGRAMAÇÃO!



COMO TUDO NOS COMPUTADORES, OS PROGRAMAS PODEM SER
DESCritos EM VÁRIOS NÍVEIS. COMECAMOS PELA

LINGUAGEM ASSEMBLER,

QUE ESPECIFICA OS PASSOS REAIS DO COMPUTADOR, MAS OMITE
OS DETALHES MAIS SUTIS. NESTE NÍVEL, A SOMA DE DOIS
NÚMEROS IMPLICA:

0. CARREGAR O PRIMEIRO
NÚMERO NO ACUMULADOR.
1. SOMAR O SEGUNDO
NÚMERO (MANTENDO O
RESULTADO NO
ACUMULADOR).
2. MANDAR PARA A SAÍDA O
CONTEÚDO DO ACUMULADOR.
3. MANDAR PARAR.



NÃO
PODE
SER
OMITIDO!!

NA TRANSIÇÃO PARA LINGUAGEM ASSEMBLER, DEVEMOS DAR A LOCALIZAÇÃO DOS NÚMEROS NA MEMÓRIA, E USAR MNEMÔNICOS PARA AS INSTRUÇÕES. SUPONHAMOS QUE OS NÚMEROS A SOMAR ESTEJAM NOS ENDEREÇOS 1E E 1F (HEXADECIMAL). NOSSO PROGRAMA FICA:

UM VERDADEIRO
PROGRAMA
ASSEMBLER!



0. CRA 1E

1. SOM 1F

2. SAI

3. PARE

("CARREGUE O ACUMULADOR
COM O CONTEÚDO DE 1E")

("SOME O CONTEÚDO DE 1F")

("EXIBA O CONTEÚDO DO
ACUMULADOR").



EM GERAL, INSTRUÇÕES DE ASSEMBLER TÊM 2
PARTES:

O **OPERADOR**, QUE
DESCREVE O PASSO A
EXECUTAR

O **OPERANDO**, QUE
DA' O ENDEREÇO SOBRE O
QUAL O OPERADOR ATUA

COMO EM:

OPERE O APÊNDICE
DO MORADOR DA
VOLUNTÁRIOS DA
PÁTRIA, 151!

CRA 1E



OBSERVE BEM! ALGUNS OPERADORES DISPENSAM OPERANDO EXPLÍCITO.
"SAI", POR EXEMPLO, ESTÁ SUBENTENDIDO APLICAR-SE AO ACUMULADOR.

ALIMENTE-
ME!



AGORA QUE TEMOS UM PROGRAMA
ASSEMBLER, COMO FAZEMOS PARA
ALIMENTAR A MÁQUINA, QUE SÓ
ENTENDE 0's E 1's?



A RESPOSTA É CLARA: DENTRO DA MÁQUINA, CADA
OPERADOR É CODIFICADO COMO UMA CADEIA
DE BITS CHAMADA "CÓDIGO DA INSTRUÇÃO". ALGUNS
EXEMPLOS SIMPLES:



PARA MIM
"001" QUER
DIZER
"CRA"!

OPERADOR	CÓDIGO DA INSTRUÇÃO
CRA	001
SOM	010
SAI	110
PARE	111

EU AINDA
QUERO SABER
O QUE "QUER
DIZER" QUER
DIZER!



ASSIM, UMA INSTRUÇÃO DE MÁQUINA CONSISTE DE UM CAMPO COM
O "CÓDIGO DA INSTRUÇÃO" SEGUIDO DO CAMPO DE ENDEREÇO
QUE DA O OPERANDO EM BINÁRIO:

CRA 1E =

0	0	1	1	1	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

CAMPO DE
CÓDIGO DA INSTRUÇÃO

CAMPO DE ENDEREÇO

EIS, ENTÃO, O NOSSO PROGRAMA TRADUZIDO EM LINGUAGEM DE MÁQUINA:

0. CRA 1E 001 1110

1. SOM 1F 010 1111

2. SAI 110 XXXXX

3. PARE 111 XXXXX

NÃO IMPORTA O
CONTEÚDO DESTES
5 BITS DE ENDEREÇO,
POIS SERÃO IGNORADOS!

AGORA

(ADMITINDO UM DISPOSITIVO DE ENTRADA)
OS PASSOS DO PROGRAMA SÃO CARREGADOS EM ENDEREÇOS
CONSECUTIVOS DE MEMÓRIA, PARTINDO DE 0. O CONTEÚDO
DA MEMÓRIA FICA, ENTÃO:

ENDEREÇO	CONTEÚDO
0	001 1110
1	010 1111
2	110 00000
3	111 00000

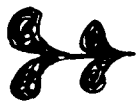
NOTE QUE O
NÚMERO DO PASSO É
O ENDEREÇO EM QUE
ESTÁ ARMAZENADO!



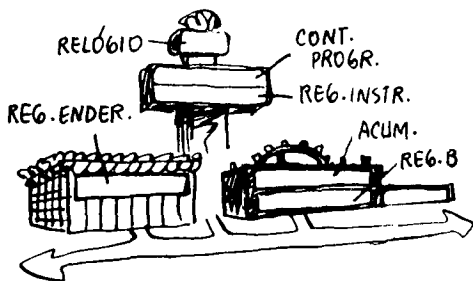
E DEVEMOS ENTRAR TAMBÉM COM OS **DADOS**: OS DOIS NÚMEROS
A SER SOMADOS. QUAISQUER DOIS NÚMEROS, DIGAMOS, 5 E 121.
ELES VÃO NOS ENDEREÇOS 1E E 1F:

1E 00000101

1F 01111001



COMO O COMPUTADOR DISTINGUE OS DADOS DAS
INSTRUÇÕES? ADMITINDO QUE TUDO SÃO INSTRUÇÕES
ATÉ ORDEM CONTRÁRIA!!



UMA VEZ ARMAZENADO O PROGRAMA, O CONTROLE PODE INICIAR A EXECUÇÃO. ELE O FAZ NUMA SEQUÊNCIA DE PASSOS MAIS ELEMENTARES CHAMADO **MICROINSTRUÇÕES**, A RAZÃO DE UMA MICROINSTRUÇÃO POR PULSO DE RELÓGIO. VOCÊ ESTÁ PRONTO PARA OS DETALHES SANGRENTOS?

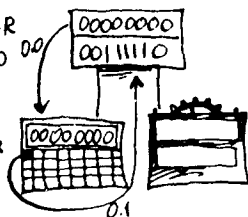
O CONTROLE COMEÇA **BUSCANDO** A PRIMEIRA INSTRUÇÃO. ELE —

0.0. TRANSFERE O CONTEÚDO

DO CONTADOR DE PROGRAMA (0000 0000 PARA INICIAR)

PARA O

REGISTRADOR DE ENDEREÇO

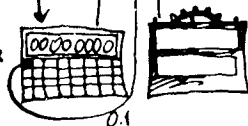


0.1. TRANSFERE O

CONTEÚDO DESTA POSIÇÃO DE MEMÓRIA

PARA O

REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO



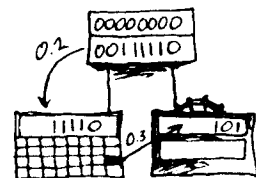
O REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO AGORA POSSUI A PRIMEIRA INSTRUÇÃO. O CONTROLE A "LÊ" E —

0.2. MOVE O CAMPO DE

ENDEREÇO DO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO

PARA O

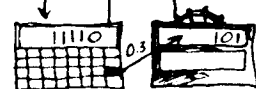
REGISTRADOR DE ENDEREÇO



0.3. MOVE O CONTEÚDO DESTA POSIÇÃO DE MEMÓRIA

PARA O

ACUMULADOR



O ACUMULADOR RECEBE AGORA O PRIMEIRO DADO. RESTA UMA MICROINSTRUÇÃO:

0.4. INCREMENTAR O

CONTADOR DE PROGRAMA

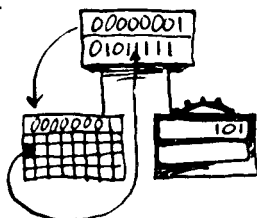


UM POUCO ENROLADO? VOLTEMOS À LUTA COM O PRÓXIMO PASSO, **SOM**.

NOVAMENTE, O CONTROLE INICIA COM UMA "FASE DE BUSCA":

- 1.0 TRANSFERE O CONTEÚDO DO CONTADOR DE PROGRAMA PARA O REGISTRADOR DE ENDEREÇO (AGORA 00000001)

REGISTRADOR DE ENDEREÇO

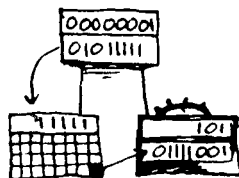


- 1.1 TRANSFERE O CONTEÚDO PARA O REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO DESTE ENDEREÇO

O CONTROLE DEVIDO À INSTRUÇÃO NO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO, 01011111,

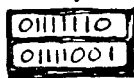
- 1.2 MOVE O CAMPO DE ENDEREÇO DO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO PARA O REGISTRADOR DE ENDEREÇO

REGISTRADOR DE ENDEREÇO



- 1.3 MOVE O CONTEÚDO DESSE ENDEREÇO PARA O REGISTRADOR B

- 1.4 COMANDA A ULA PARA **SOMAR** E POR O RESULTADO NO ACUMULADOR



NOVAMENTE, RESTA AINDA UM PASSO:

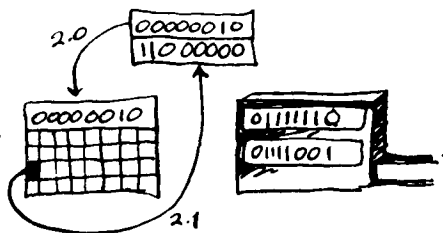
- 1.5 INCREMENTAR O CONTADOR DE PROGRAMA



E, AFINAL?

BEM, FELIZMENTE AS DUAS ÚLTIMAS INSTRUÇÕES SÃO MAIS FÁCEIS:

2.0. E 2.1 SÃO AS MESMAS OPERAÇÕES DE BUSCA, QUE COLOCAM A INSTRUÇÃO 2 ("SAI") NO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO:



O CONTROLE, DADO ESTE CÓDIGO DE INSTRUÇÃO (110) —

2.2. MOVE O CONTEÚDO DO ACUMULADOR PARA O

REGISTRADOR C



PARA A
SAÍDA

2.3. INCREMENTA O CONTADOR DE PROGRAMA

FINALMENTE O CONTROLE BUSCA A INSTRUÇÃO 111 ("PARE"), A PARTIR DA QUAL O CONTROLE —

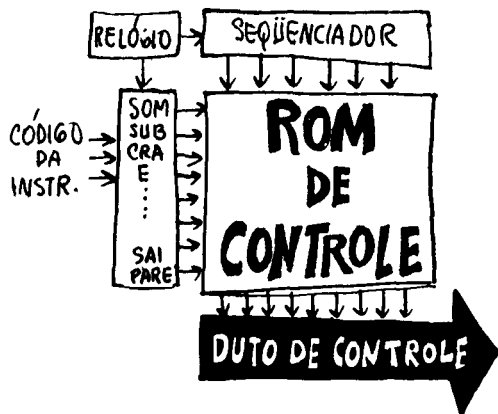
3.2 PARA DE TRABALHAR

VOCÊ JÁ ESTÁ SACANDO QUE TIPO DE BESTA O CONTROLE REALMENTE É??



SUSPIRO:
ACHO QUE
ISTO TEM
QUE ACABAR...
SOLUÇÕES!!

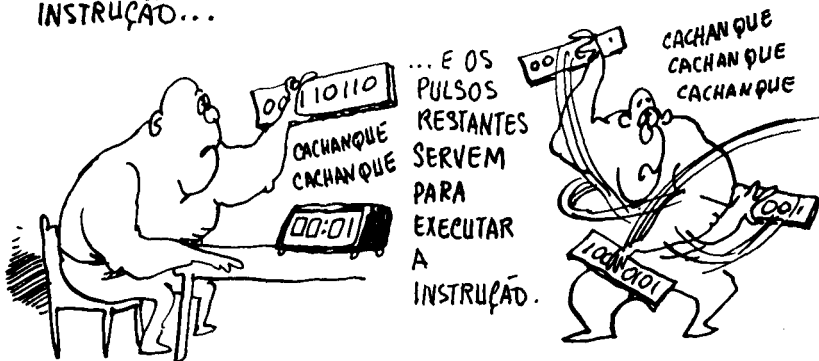
SEM ENTRAR EM MUITOS DETALHES, VOCÊ PODE IMAGINAR UM CONTROLE MAIS OU MENOS COMO ESTE :



SUAS ENTRADAS SÃO PULSOS DE RELOJO E CÓDIGOS DE INSTRUÇÃO. SUAS SAÍDAS SÃO SEQUÊNCIAS DE SINAIS PARA OS REGISTRADORES, CONTADORES, LLA E MEMÓRIA.

O "MICROPROGRAMA", QUE RELACIONA ENTRADAS COM COMBINAÇÕES APROPRIADAS DE SAÍDA, É GRAVADO NUMA ROM DEDICADA UNICAMENTE A ESTE FIM.

O PRIMEIRO GRUPO DE PULSOS FAZ O CONTROLE BUSCAR UMA INSTRUÇÃO...



NO CASO REAL A SOLUÇÃO USA OS MESMOS PRINCÍPIOS, EMBORA SEJA BEM MAIS RICA EM DETALHES. HA' MAIS REGISTRADORES E OS CÓDIGOS DE INSTRUÇÃO TÊM MAIS QUE TRÊS BITS. ISTO LEVA O CONTROLE A EXECUTAR UM CONJUNTO AMPLO DE INSTRUÇÕES. EIS O CONJUNTO DE INSTRUÇÕES DE UM PROCESSADOR REAL, O 6800 DA MOTOROLA.

ARITMÉTICA

SOME

SOME COM VAI-UM

SUBTRAIA

SUBTRAIA COM VAI-UM

INCREMENTE

DECREMENTE

COMPARE

NEGUE

LÓGICA

E

OU

OU EXCLUSIVO

NÃO

DESLOQUE À DIREITA

DESLOQUE À ESQUERDA

DESLOQUE À DIREITA ARITMÉTICA

RODE À DIREITA

RODE À ESQUERDA

TESTE

TRANSFERÊNCIA DE DADOS

CARREGUE

ARMAZENE

MOVA

LIMPE

LIMPE O VAI-UM

LIMPE O TRANSBORDO

ATIVE O VAI-UM

ATIVE O TRANSBORDO

DESVIO

DESVIE

DESVIE SE ZERO

DESVIE SE NÃO-ZERO

DESVIE SE IGUAL

DESVIE SE DIFERENTE

DESVIE SE VAI-UM

DESVIE SE NÃO VAI-UM

DESVIE SE POSITIVO

DESVIE SE NEGATIVO

DESVIE SE TRANSBORDO

DESVIE SE NÃO TRANSBORDO

DESVIE SE MAIOR DO QUE

DESVIE SE MAIOR OU IGUAL

DESVIE SE MENOR DO QUE

DESVIE SE MENOR OU IGUAL

DESVIE SE ACIMA

DESVIE SE NÃO ACIMA

DESVIE SE ABAIXO

DESVIE SE NÃO ABAIXO

CHAMADA DE SUB-ROTINA

CHAME SUB-ROTINA

RETORNO DE SUB-ROTINA

RETORNE DE SUB-ROTINA

RETORNE DE INTERRUPÇÃO

MISCELÂNEA

NÃO OPERE

EMPILHE

DESEMPILHE

ESPERE

AJUSTE DECIMAL

HABILITE INTER.

DESABILITE INTER.

QUEBRE

UM GRUPO DESSAS INSTRUÇÕES FAZ JUS A UMA MENÇÃO ESPECIAL: AS INSTRUÇÕES DE **SALTO** OU **RAMIFICAÇÃO**.

COMO VEREMOS, ELAS CONTRIBUEM UM BOCADO PARA A "INTELIGÊNCIA" DO COMPUTADOR. O EFEITO É **TRANSFERIR O CONTROLE** PARA OUTRA PARTE DO PROGRAMA. A INSTRUÇÃO DE SALTO SIMPLES É APENAS UM "SALTO" AO PÉ DA LETRA NA FORMA:

SLT 123



⇒ "SALTE PARA 123" FAZ COM QUE O CONTROLE CARREGUE 123 NO CONTADOR DE PROGRAMA... E PROSSIGA COM A EXECUÇÃO A PARTIR DAÍ.

AINDA MAIS "INTELIGENTES" SÃO OS SALTOS CONDICIONAIS. ELAS TRANSFEREM O CONTROLE **SE** UMA CERTA CONDIÇÃO FOR SATISFEITA: POR EXEMPLO, "SALTE SE ZERO" QUER DIZER: SE O ACUMULADOR TIVER 0.

SZ 321



COMO VOCÊ VÊ, O
CONTROLE NÃO É
TIRANO! ELE
APENAS FAZ O
QUE LHE
MANDAM - DE
FORMA
TOTALMENTE
AUTOMÁTICA!!



VOCÊ REALMENTE QUER TER UMA IDEIA DO CARÁTER DA
SEÇÃO DE CONTROLE? ENTÃO IMAGINE O **BUROCRATA**
NOTA DEZ OBEDECENDO CEGAMENTE AO CHEFE REAL NO
COMPUTADOR: O **PROGRAMA!**



PALETTE III

SOFTWARE



SE REALMENTE SÃO OS PROGRAMAS
QUE CONTROLAM O COMPUTADOR,
ENTÃO MERECEM UM NOME
CIENTÍFICO APROPRIADO. ALGO EM
GREGO OU LATIM, DE PREFERÊNCIA...

TECHNICALCULUS?
REGULA RATIONOCERUS?
CEPHALONEURALGIA?

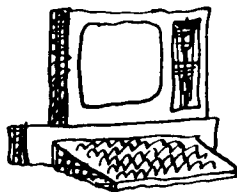


* * * * *

MAS NÃO É BEM ASSIM NA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO...

AO CONTRÁRIO, OS PROGRAMAS EM GERAL SÃO CHAMADOS DE **SOFTWARE**,

PARA DISTINGUI-LOS DAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO, MONITORES
DE VÍDEO, UNIDADES DE DISCO, TECLADOS E OUTRAS PARTES
DO **HARDWARE** DO COMPUTADOR.



HARDWARE



SOFTWARE



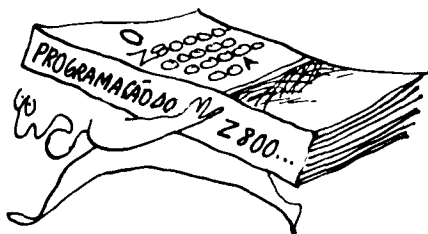
TUPPERWARE

O QUE É REALMENTE
ENGRACADO NO NOME
SOFTWARE É QUE ELE
É UMA DAS COISAS
MAIS **DURAS** NA
COMPUTAÇÃO!



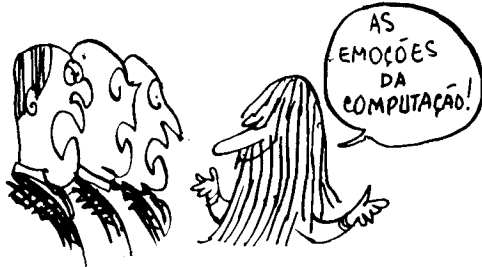
QUANTO MAIS O HARDWARE DIMINUI EM PREÇO E AUMENTA
EM CAPACIDADE, MAIS HORRIVELMENTE COMPLEXO O
SOFTWARE SE TORNA!

ME DÊ UM
CARPINHO DE
MÃO!



⇒ VEMOS PASTILHAS CADA VEZ
MENORES COM MANUAIS
CADA VEZ MAIORES!

NUNCA SE CONSEGUE
ESTIMAR O TEMPO, O
DINHEIRO E A AGONIA
NECESSÁRIOS À SOLUÇÃO
DE UM PROBLEMA DE
SOFTWARE... QUE MODO DE
DIRIGIR UMA EMPRESA!

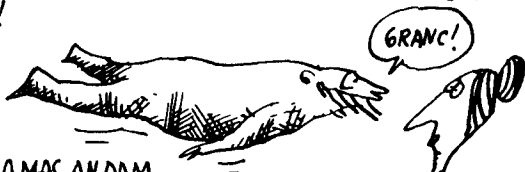


DA MESMA FORMA, HÁ UMA DIFERENÇA DE IMAGEM ENTRE OS QUE TRABALHAM COM HARDWARE E COM SOFTWARE —



OS TIPOS QUE MEXEM COM
HARDWARE SÃO ENGENHEIROS...
CHEIOS DE ENGENHOCAS...
GERALMENTE HOMENS...
ENTRINCHEIRADOS ATRÁS
DAS LEIS DA FÍSICA...

OS PROGRAMADORES NÃO USAM FERRAMENTAS, SÓ SEU CÉREBRO...
SÃO MAIS FREQUENTEMENTE MULHERES... TIDAS COMO SONHADORAS
SOLITÁRIAS CUJAS IDEIAS NADA TÊM AVER COM AS LEIS DA
FÍSICA !!



OS PROGRAMAS ANDAM
ATUALMENTE TÃO COMPLEXOS
QUE NINGUÉM CONSEGUE
ENTENDÊ-LOS — ASSIM, ESSES
SOLITÁRIOS ACABAM
TENDO DE TRABALHAR EM
EQUIPES — UM ESPETÁCULO
QUE DEIXO PARA A
IMAGINAÇÃO DOS LEITORES...



ENQUANTO ADA LOVELACE
SE TORNOU A PRIMEIRA
PROGRAMADORA, O
PRIMEIRO A DEMONSTRAR
TODO O POTENCIAL
DO SOFTWARE FOI

ALAN
TURING
(1912-1954)



TURING, QUE SEMPRE ADOROU AS MARATONAS, DESDE QUANDO
ISSO ERA CONSIDERADO EXCÊNTRICO, PROVAVELMENTE
ENTROU NO RAMO DE COMPUTADORES PARA REDUZIR O
TAMANHO DE SEU CRONÔMETRO.

ELE
ESTA' ME
DEIXANDO
TORTO!



EM 1936 ELE
IMAGINOU
A MÁQUINA
DE
TURING...

AS MÁQUINAS DE TURING
NÃO SÃO REAIS... SÃO
ABSTRATAS, EXISTINDO
APENAS EM TEORIA...



O SONHO
DOS ENGENHEIROS
DE SOFTWARE
— SEM
HARDWARE!

EM TERMOS GERAIS, UMA
MÁQUINA DE TURING É UM
DISPOSITIVO DE ENTRADA E SAÍDA:
UMA CAIXA PRETA QUE LÊ UMA
SEQUÊNCIA DE ZEROS E UNS.

A SAÍDA SÓ
DEPENDE DA
ENTRADA ATUAL (0 OU 1) E DA
SAÍDA ANTERIOR.



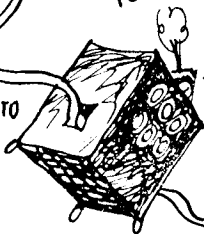
A NATUREZA DA
SAÍDA NÃO
IMPORTA.

O PRINCIPAL É QUE AS
MUDANÇAS DE ESTADO
PARA ESTADO SÃO
DEFINIDAS POR
**REGRAS DE
TRANSIÇÃO.**

AS MÁQUINAS DE TURING SÃO
IMPORTANTES PORQUE
PROPICIAM UM MEIO FÍSICO
DE RACIOCINAR SOBRE A
LÓGICA. QUALQUER PROCEDIMENTO
LÓGICO BEM DEFINIDO, PASSO A
PASSO, PODE SER TRANSFORMADO
NUMA MÁQUINA DE TURING.

TUUU

HÁ UMA MÁQUINA
DE TURING QUE
FAZ ADIÇÕES!



*PARA MAIORES DETALHES, VEJA WEIZENBAUM, "COMPUTER POWER
AND HUMAN REASON," CAPÍTULO 2.

O QUE TURING PROVOU:
TEORICAMENTE, PODE-SE
CONSTRUIR UMA
MÁQUINA ÚNICA, CAPAZ
DE SUBSTITUIR TODAS
AS DEMAIS MÁQUINAS
DE TURING. É A

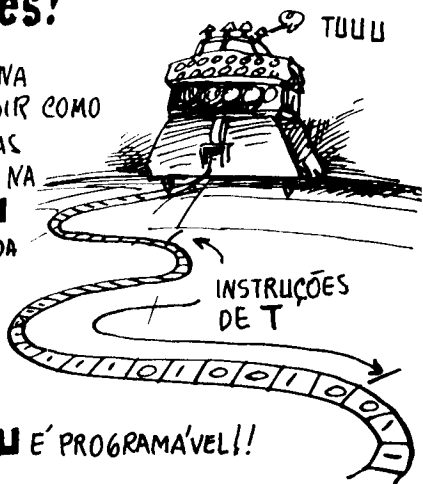
MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING!!!



O TRUQUE É QUE A MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING PODE...

➡ Ler instruções!

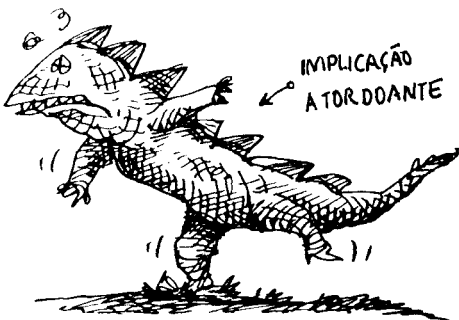
ISTO É, PARA FAZER A MÁQUINA
UNIVERSAL DE TURING (**U**) AGIR COMO
A MÁQUINA **T**, CODIFICAM-SE AS
REGRAS DE TRANSIÇÃO DE **T** NA
FITA DE **U**. A CADA PASSO, **U**
OBSERVA SUA PRÓPRIA ENTRADA
E AS REGRAS DE TRANSIÇÃO
DE **T** PARA SABER O
QUE FAZER.



➡ EM OUTRAS PALAVRAS, **U** É PROGRAMAVEL!!

AS IMPLICAÇÕES SÃO
ATORDOANTES: UMA
ÚNICA MÁQUINA
PROGRAMÁVEL PODE
EXECUTAR **QUALQUER**
PROCEDIMENTO
LÓGICO BEM DEFINIDO,
PASSO A PASSO.

(LEMBRE-SE QUE TURING
OBSERVOU ESTE FATOS
DEZ ANOS ANTES QUE
UM COMPUTADOR VERDADEIRO FOSSE CONSTRUÍDO)



JOHN VON NEUMANN LEVOU A IDEIA DE TURING UM PASSO À FRENTE.
VON NEUMANN OBSERVOU QUE SE PODERIA:

CONSTRUIR UMA
MÁQUINA **X** QUE
CONSTRUÍSSE
OUTRAS MÁQUINAS
A PARTIR DE
INSTRUÇÕES EM FITA...

ALIMENTAR **X** COM
SEU **PRÓPRIO**
PROJETO!



➡ **MÁQUINAS AUTO-REPRODUTORAS** SÃO VIÁVEIS!!

O COMPUTADOR DIGITAL É UMA
MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING
IMAGINÁRIA A QUE SE DEU VIDA.



PORTANTO, COMO TURING MOSTROU, ELA PODE
FAZER **QUALQUER COISA** (OU, MAIS
PRECISAMENTE, **SIMULAR** QUALQUER COISA).
A ÚNICA LIMITAÇÃO É O TEMPO À DISPOSIÇÃO
DO USUÁRIO... DIGAMOS, DE AGORA ATÉ A
EXTINÇÃO DO SISTEMA SOLAR...

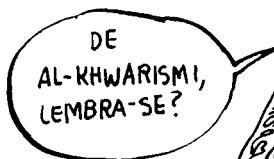


PARA SER HONESTO, HÁ
UMA LISTA DE RESTRIÇÕES
ÀQUELA "QUALQUER COISA".
QUE GÊNERO DE
"QUALQUER COISA" O
COMPUTADOR PODE
FAZER?

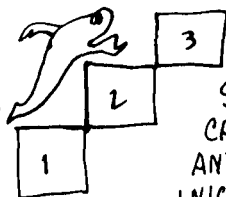


NUMA SÓ PALAVRA,
OS COMPUTADORES RODAM

ALGORITMOS



UM ALGORITMO É
SIMPLESMENTE UM
PROCEDIMENTO BEM
DEFINIDO, PASSO A PASSO:
UMA RECEITA DE
BOLO, SE VOCÊ QUISER!



PASSO A PASSO

SIGNIFICANDO QUE
CADA PASSO É COMPLETADO
ANTES QUE O PRÓXIMO
INICIE.

BEM DEFINIDO SIGNIFICANDO
QUE CADA PASSO É COMPLETAMENTE
DEFINIDO A PARTIR DA ENTRADA
ATUAL E DOS PASSOS ANTERIORES.
NÃO SÃO PERMITIDAS
AMBIGÜIDADES!



EXEMPLOS DE ALGORITMOS:

"SE AS OGIVAS NUCLEARES ESTIVEREM CAINDO COMO CHUVA DE PEDRA, EU ME DEITAREI E TENTAREI CURTIR O ESPETÁCULO. DO CONTRÁRIO, VOU TRABALHAR, COMO DE COSTUME!"



ISTO É UM ALGORITMO PORQUE VOCÊ SEMPRE SABE O QUE FAZER:

1. VERIFIQUE SE AS OGIVAS ESTÃO CAINDO
2. SE SIM, DEITE-SE E CURTA!
3. SENÃO, VÁ PARA O SERVIÇO.



DA MESMA FORMA, EQUAÇÕES REPRESENTAM ALGORITMOS.

$y = x^2 + 2x + 10$ QUER DIZER —

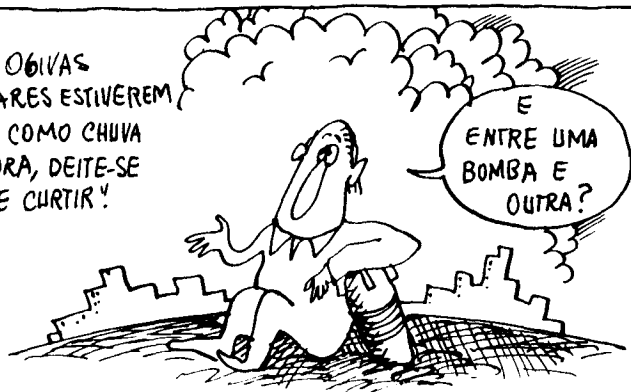
SE VOCÊ ENTENDEU, DEITE-SE E CURTA!



- (1) ENTRE COM O NÚMERO x
- (2) MULTIPLIQUE-O POR ELE MESMO
- (3) MULTIPLIQUE x POR 2
- (4) SOME OS RESULTADOS DE (2) E (3)
- (5) SOME 10 AO RESULTADO DE (4)

EXEMPLOS NÃO-ALGORÍTMICOS

SE AS OBIVAS
NUCLEARES ESTIVEREM
CAINDO COMO CHUVA
DE PEDRA, DEITE-SE
E TENTE CURTIR!



NÃO HA' MENÇÃO SOBRE O QUE FAZER QUANDO NÃO ESTÃO
CAINDO BOMBAS... PORTANTO, NÃO ESTA' BEM DEFINIDO.

MAIS UM?

QUE TAL

$$y = x^2 ++ 2x - 10 ?$$

NÃO É UM ALGORITMO
POIS NÃO ESTA' EXPRESSO
NA NOTAÇÃO ALGÉBRICA
CORRETA. O SÍMBOLO "++"
NÃO FAZ SENTIDO.



SE VOCÊ PUSER O COMPUTADOR PARA
RODAR ALGO NÃO-ALGORÍTMICO, ELE
APENAS FICARA' DANDO MENSAGEM DE
ERRO!

PARA
SIMPLIFICAR
A DESCRIÇÃO
DE ALGORITMOS,
HÁ SÍMBOLOS
PADRÕES
COM DESENHOS
ESPECIAIS.
A FORMA
INDICA
O TIPO
DO PASSO
A
EXECUTAR:



HA'



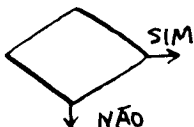
POSSIBILIDADES



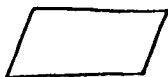
INÍCIO OU FIM



EXECUTE UM
PROCEDIMENTO
(SOMA, SUBTRAÇÃO
ETC...)



SALTO
CONDICIONAL



ENTRADA OU SAÍDA



O "FLUXO" DO ALGORITMO É INDICADO POR
FLEXAS → E A COMBINAÇÃO DE TODOS

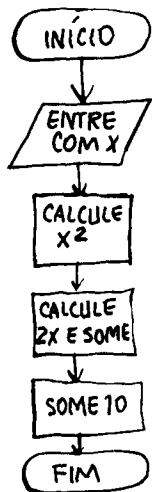
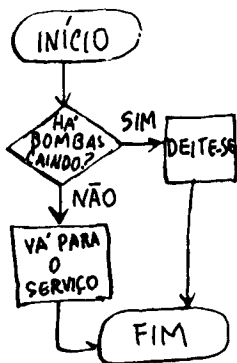
OS SÍMBOLOS DAMOS O NOME DE

FLUXOGRAMA

SIGA O
FLUXO...



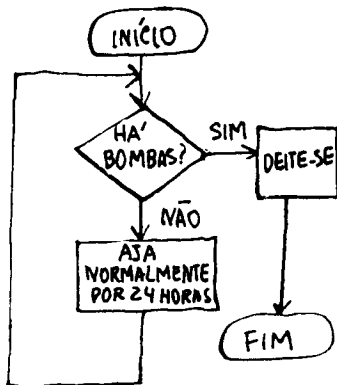
EIS OS FLUXOGRAMAS
DOS ALGORITMOS
DE ALGUMAS
PÁGINAS ATRÁS.



EM AMBOS OS ALGORITMOS, O FLUXO SEQUE
UM ÚNICO SENTIDO, DO INÍCIO AO FIM.

TAMBÉM É POSSÍVEL, NO FLUXO
DE ALGORITMOS, UM SALTO PARA
A FRENTE OU PARA TRÁS. POR
EXEMPLO, VAMOS REESCREVER
O PRIMEIRO ALGORITMO:

1. SE ESTIVEREM CAINDO BOMBAS,
VÁ PARA O PASSO 2. CASO
CONTRÁRIO, VÁ PARA O PASSO 4.
2. DEITE-SE E CURTA!
3. VÁ PARA O PASSO 6.
4. LEVE UMA VIDA NORMAL
POR 24 HORAS.
5. VÁ PARA O PASSO 1.
6. FIM.



VOCÊ PODERÁ ACHAR O FLUXOGRAMA
MAIS FÁCIL DE "PEGAR" DO QUE O
"PROGRAMA" ESCRITO. NOTE QUE ELE
PODE CONTINUAR INDEFINIDAMENTE!!

OS FLUXOGRAMAS AJUDAM A
DESCREVER ALGORITMOS
SIMPLES E DESCREVER
ALGORITMOS É O OBJETIVO DA
PROGRAMAÇÃO DO COMPUTADOR!!

ME DÊ
ALGORITMOS!



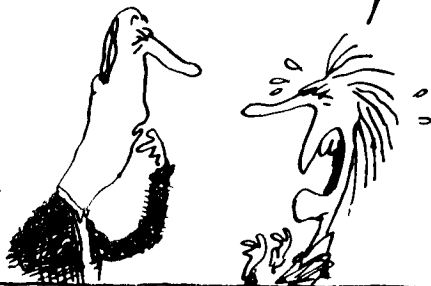
O PRIMEIRO PASSO PARA SE ESCREVER QUALQUER
PROGRAMA É A **ANÁLISE** DA TAREFA A SER FEITA
DEVE-SE DESCOBRIR COMO FAZÊ-LA ALGORITMICAMENTE.

ONÃO PENSAR
ALGORITMICAMENTE
CAUSOU MUITOS
PESADELOS
DE SOFTWARE!!
A MAIORIA
DOS PROJETISTAS
DE SOFTWARE
CONTA
HISTÓRIAS
ATERROZANTES
SOBRE
USUÁRIOS
QUE NÃO
SABIAM O QUE
QUERIAM
COM
EXATIDÃO!!

SIM...

ESTAS INFORMAÇÕES
PODERIAM CONSTAR
DOS MEUS ARQUIVOS...
OUTALVEZ NÃO... NOS
DO VICE-PRESIDENTE
TAMBÉM... OH, QUEM
SABE, NOS DO
TESOUREIRO...

NÃO!
NÃO!



MAIS ALGUNS EXEMPLOS... UM POUCO MAIS
PRÓXIMOS DE COMO COMANDAR O COMPUTADOR
PARA FAZER. .

♣ CONTAS DE COLEGAS DE QUARTO



ELISA E SOFIA, QUE MORAVAM JUNTAS,
DIVIDIAM AS DESPESAS. AMBAS
COMPRARAM ALIMENTOS E GUARDAVAM
OS RECIBOS. NO FIM DO MÊS,
QUERIAM SABER QUEM DEVIA PARA
QUEM.

♣ LOOPS CONTROLADOS

ESTE EXEMPLO PEDE
AO COMPUTADOR
QUE CALCULE
 $x^2 + 2x + 10$,
NÃO PARA UM VALOR
DE x , MAS PARA MUITOS
VALORES, A SABER
 $x=0; 0,1; 0,2; 0,3; \dots$ E
ASSIM POR DIANTE...
ATE' 2,0.



VAMOS FAZER
OS
FLUXOGRAMAS.

PARA AS CONTAS DE COLEGAS
DE QUARTO, RACIOCINAMOS
NA FORMA :

SEJA S = DESPESAS DE SOFIA
 E = DESPESAS DE ELISA

ENTÃO A DESPESA TOTAL É
 $S + E$ E CADA UMA DELAS
DEVERIA PAGAR

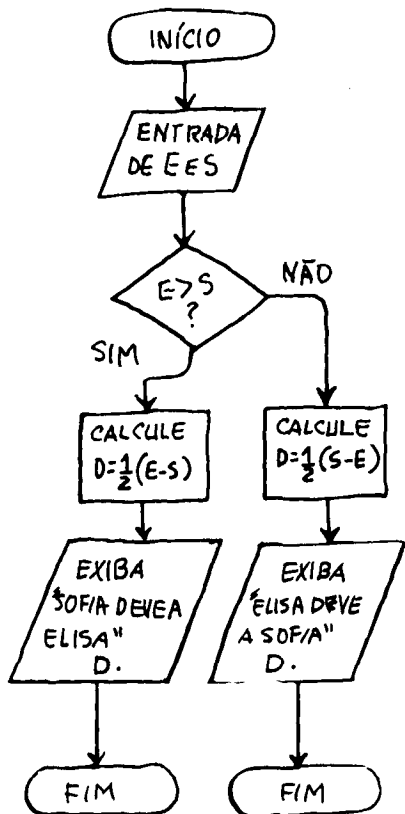
$$\frac{1}{2}(S + E).$$

SE ELISA GASTOU MAIS,
ENTÃO $E > S$ *,
PORTANTO, SOFIA DEVE A
ELISA $\frac{1}{2}(S + E) - S$, OU

$$\frac{1}{2}(E - S).$$

CASO CONTRÁRIO (QUANDO
 $S \geq E$ *), ELISA DEVE A SOFIA
 $\frac{1}{2}(S - E).$

A SAÍDA DO ALGORITMO DEVE
DIZER QUEM DEVE E
QUANTO DEVE.



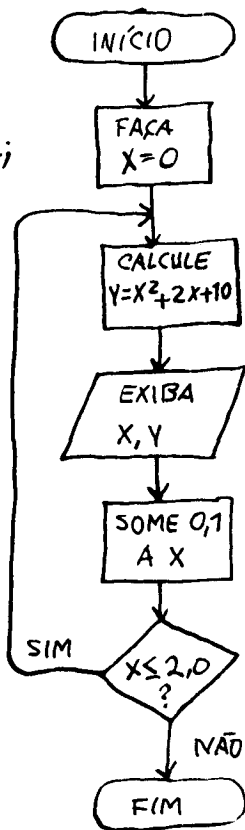
* $>$ QUER DIZER "É MAIOR DO QUE"; $\geq$ QUER DIZER "É MAIOR OU IGUAL";
 $<$ QUER DIZER "É MENOR DO QUE"; $\leq$ QUER DIZER "É MENOR OU IGUAL".

EM "LOOPS CONTROLADOS", QUEREMOS AVALIAR UMA EXPRESSÃO, $x^2 + 2x + 10$, REPETITIVAMENTE, PARA VALORES DIFERENTES DE x (A SABER, 0,0; 0,1; 0,2; ...; 1,9; 2,0).

O NÚCLEO DO ALGORITMO
É O LOOP

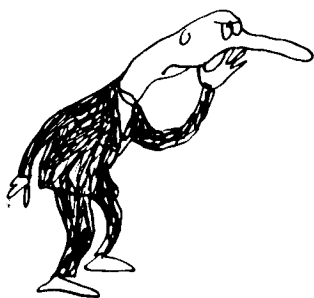
1. CALCULE $x^2 + 2x + 10$
PARA O VALOR CORRENTE DE x ;
2. EXIBA O RESULTADO;
3. PEGUE O PRÓXIMO x ;
4. VOLTE AO PASSO 1.

TEMOS QUE DAR, TAMBÉM,
O VALOR INICIAL PARA x ,
O VALOR FINAL, O PONTO
DE PARADA E A FORMA
DE CALCULAR O
"PRÓXIMO x ".



OBSERVE QUE O
FLUXOGRAMA
RETORNA, PEGANDO
VALORES SUCESSIVOS
DE x , ATÉ QUE ESTE
EXCEDA 2.

AGORA, A PERGUNTA QUE VALE
UM MILHÃO DE CRUZEIROS (VALIA
CEM MIL CRUZEIROS O ANO PASSADO):



COMO ESCREVER
NUM ALGORITMO
DE FORMA QUE
O COMPUTADOR
ENTENDA?

HÃ!



EM OUTRAS PALAVRAS, COMO VOCÊ PROGRAMA O COMPUTADOR?

DESGRACADAMENTE,
VOCÊ VAI TER DE
APRENDER A
LINGUAGEM DO
COMPUTADOR -
JA' QUE ELE
AINDA É MUITO
BURRO PARA
ENTENDER
A SUA!

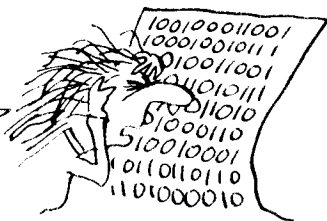


ELE PODE
SER RÁPIDO
MAS É
TAPADO!

QUE LINGUAGEM O COMPUTADOR
ENTENDE?

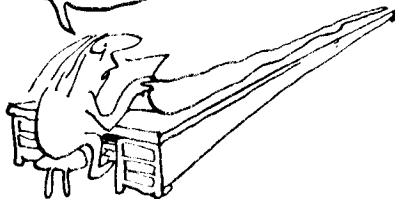
NOS PRIMÓRDIOS DA COMPUTAÇÃO OS PROGRAMADORES ESCRIVIAM DIRETO EM "LINGUAGEM DE MÁQUINA" - CÓDIGO BINÁRIO - O QUE DAVA OBVIAMENTE GRANDES DORES DE CABEÇA!

PRECISAMOS
DE UM
COMPUTADOR
SÓ PARA CONTROLAR
A CONTA DA
ASPIRINA!

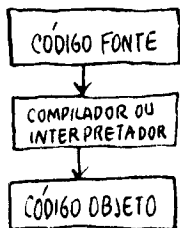


RAPIDAMENTE PASSARAM À
LINGUAGEM ASSEMBLER
(VEJA P.174), COM A
AJUDA DE MONTADORES
AUTOMÁTICOS
(TO ASSEMBLE = MONTAR),
QUE CONVERTIAM
MNEMÔNICOS DE ASSEMBLER
EM CÓDIGO DE MÁQUINA. MAS
AINDA FALTAVA ALGO!

SIM... MESAS
QUILOMÉTRICAS...



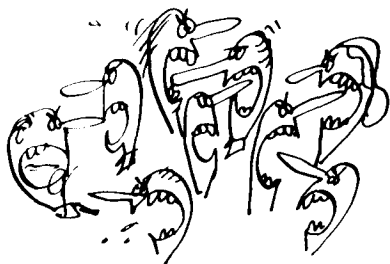
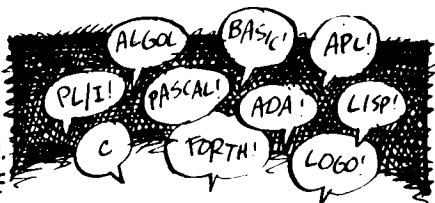
E
FINALMENTE,



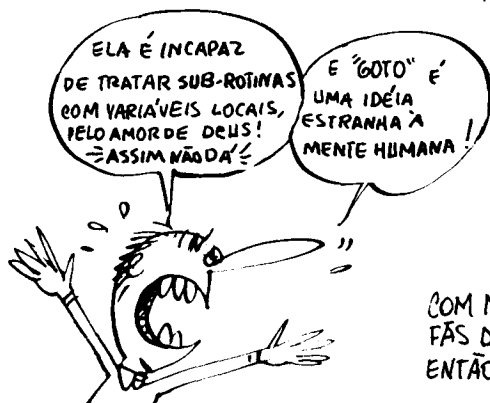
AS LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO DE
ALTO NÍVEL FORAM INVENTADAS.
USARAM PALAVRAS

COMUNS DO INGLÊS, COMO "PRINT", "READ"
E "DO". PROGRAMAS COMPLEXOS, CHAMADOS
COMPILADORES OU INTERPRETADORES, FAZEM
A TRADUÇÃO PARA LINGUAGEM DE MÁQUINA.
OS PROGRAMAS EM LINGUAGEM DE ALTO NÍVEL
MUITAS VEZES RECEBEM O NOME DE
"PROGRAMAS FONTE" E OS CONVERTIDOS EM
LINGUAGEM DE MÁQUINA "PROGRAMAS OBJETO".

A PRIMEIRA LINGUAGEM DE ALTO NÍVEL FOI **FORTRAN** ("FORMULA TRANSLATOR"), QUE ESTREOU AINDA NOS ANOS 50. DEPOIS, SURTIRAM LITERALMENTE CENTENAS DE LINGUAGENS, CADA QUAL COM SEU PRÓPRIO SEQUITO DE DEVOTOS FANÁTICOS!



VAMOS DAR UMA OLHADA EM **BASIC**—"BEGINNER'S ALL-PURPOSE SYMBOLIC INSTRUCTION CODE". O BASIC É FÁCIL DE APRENDER E MUITO USADO, A DESPEITO DA CRÍTICA (ESPECIALMENTE DOS FÃS DE PASCAL) DE CRIAR "VÍCIOS DE PROGRAMAÇÃO!"



COM MIL DESCULPAS AOS FÃS DE PASCAL, SEGUIE, ENTÃO, UM POUQUINHO DE BASIC...

RUDIMENTOS DE BASIC*



HA' DUAS FORMAS DE
ESCREVER UM PROGRAMA
BASIC: COM LÁPIS E PAPEL,
OU DIRETO NO
COMPUTADOR.

É DE BOA NORMA COMEÇAR PLANEJANDO OS PROGRAMAS NO
PAPEL, PARA DEFINIR AS PRINCIPAIS IDÉIAS E A ESTRUTURA,
MAS DEPOIS VOCÊ TERA' QUE SENTAR ÀQUELE TECLADO!



ALGUMAS
MAQUINAS JÁ
ENTRAM EM
BASIC QUANDO
LIGADAS. OUTRAS
DEVEM SER
COMANDADAS
PARA ISSO.
NA DÚVIDA,
PERGUNTE!

* N.T. AQUI É DISCUTIDO O **BASIC ITAUTEC**, DESENVOLVIDO 207
PARA O MICROCOMPUTADOR I-7000.



QUANDO O COMPUTADOR
ESTA' APTO A RODAR, ELE LHE
DA' UM SINAL DE "PRONTO".
NO BASIC ITAUTEC O
SINAL E' ">".

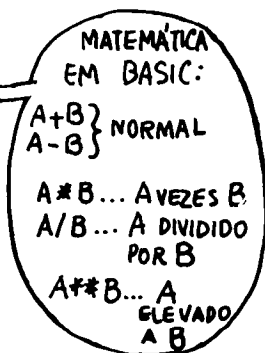


O TECLADO DO COMPUTADOR LEMBRA UMA MÁQUINA DE ESCREVER
CONVENCIONAL... SO' QUE OS CARACTERES DIGITADOS
APARECEM NO VÍDEO, AO INVÉS DE NO PAPEL. PARA IR PARA A
LINHA SEGUINTE PRESSIONA-SE A TECLA **ENTER**. Eis um
PROGRAMA BASIC SIMPLES:

```
10 REM MULTIPLICAÇÃO
20 GET A,B
30 DATA 5.6, 1.1
40 LET C=A*B
50 PRINT "O PRODUTO É"; C
60 END
```

AGORA O PROGRAMA ESTA' NA MEMÓRIA.
PARA RODA'-LO, DIGITE "RUN" E, A SEGUIR,
PRESSIONE ENTER. O VÍDEO EXIBE:

```
RUN
O PRODUTO É 6.16
```



ALGUNS
PONTOS A
DESTACAR:



> CADA LINHA COMEÇA COM UM **NÚMERO DE LINHA** (10, 20, ...). TODA LINHA DE PROGRAMA BASIC DEVE TER NÚMERO! É PRÁTICA NUMERA-LAS DE DEZ EM DEZ, ASSIM PODE-SE INSERIR LINHAS NOVAS MAIS TARDE

> A PRIMEIRA LINHA (10) É UM **COMENTÁRIO**. SERVE PARA EXPLICAR O PROGRAMA E NÃO É EXECUTADO. O PREFIXO "REM" (DE **REMARK**) O IDENTIFICA. PODEMOS INSERIR UM, AGORA:

```
20 GET A,B
25 REM ESTES SÃO OS NÚMEROS A
    MULTIPLICAR
30 DATA 5.6, 1.1
```

> AS **SENTENÇAS** DO PROGRAMA CONSISTEM DE **INSTRUÇÕES** ("LET", "GET" ETC.), **NÚMEROS** (5.6, 1.1), **VARIÁVEIS** (A, B, C), **TEXTO** ("PRODUTO É") E **PONTUAÇÃO**.

```
50 PRINT "O PRODUTO É" ; C
```

↑ ↑ ↑
ASPAS ESPAÇO PONTO E VÍRGULA

> CADA UM DELES TEM UM SENTIDO PRECISO!

VARIÁVEIS NUMÉRICAS

IMAGINE
UMA VARIÁVEL
COMO UMA
CAIXA ROTULADA,
NA MEMÓRIA!



UMA VARIÁVEL NUMÉRICA DO BASIC
PARECE UMA VARIÁVEL DA ÁLGEBRA.
ASSOCIA-SE A UM VALOR NUMÉRICO,
QUE PODE VARIAR (MAS QUE É
ÚNICO A CADA INSTANTE!). SEU
NOME PODE TER DE UM A CINCO
CARACTERES, COMEÇANDO POR LETRA:

A, B, C, D...	...	Z
AO, BO, ...	E	..ZO
A1, B1, ...	TUDO O	..Z1
...	QUE VIER NO MEIO	
A9999...		..Z9999

HA' DIVERSAS MANEIRAS DE SE ASSOCIAR UM VALOR A UMA VARIÁVEL:
UMA É A DUPLA DE INSTRUÇÕES **GET - DATA**:

20 GET A,B
30 DATA 5.6, 1.1

VÍRGULAS SÃO
ESSENCIAIS!!

ELA ORDENA AO COMPUTADOR QUE ASSOCIE OS VALORES
NUMÉRICOS DA INSTRUÇÃO **DATA** - NA ORDEM - ÀS VARIÁVEIS
DA INSTRUÇÃO **GET**.

20 GET A,B,C.
30 DATA 5.6, 1.1

ISTO É UM **BUG!**



OUTRA FORMA DE ASSOCIAR VALORES A VARIÁVEIS É COM

LET.

10 LET $Q=6.5$

20 LET $R=2*Q$

30 LET $S=Q**2+R+10$

FAZ
 $R=13$

FAZ $S=$
 $(6.5)^2+13+10$
 $=65.25$

A INSTRUÇÃO LET ASSOCIA O RESULTADO DA EXPRESSÃO À **DIREITA** À VARIÁVEL DA **ESQUERDA** DO SINAL DE IGUALDADE. A EXPRESSÃO PODE SER UM SIMPLES NÚMERO OU CONTER VARIÁVEIS (DESDE QUE ELAS TENHAM VALORES!!).

10 LET $Q=6.5$

20 LET $Q=0.5*R$

30 LET $S=Q**2+R+10$



NA LINHA 20 R APARECE À DIREITA DO "=" SEM TER ANTES APARECIDO À ESQUERDA. NESTE CASO O BASIC ARBITRA VALOR 0 PARA R, O QUE LEVA A 0 PARA Q TAMBÉM. JÁ—

10 LET $M=0$

20 LET $M=M+1$

30 LET $M=M+1$

FAZ
 $M=1$

FAZ
 $M=2$

ESTAS SENTENÇAS, EMBORA ESTRANHAS, SÃO PERFEITAMENTE VÁLIDAS! "LET $M=M+1$ " ASSINALA PARA A VARIÁVEL M O SEU VALOR CORRENTE ACRESCIDO DE 1.

PRINT

É UMA INSTRUÇÃO DE SAÍDA QUE SIGNIFICA: "EXIBA NO VÍDEO," E NÃO "IMPRIMA EM PAPEL".

O QUE PODE SER
EXIBIDO?

e

VOCÊ PODE EXIBIR QUALQUER TEXTO:

```
10 PRINT "ALGUMA BOMBA HOJE?"  
RUN  
ALGUMA BOMBA HOJE?
```

AS ASPAS SÃO
ESSENCIAIS!

AS ASPAS SÃO
REMOVIDAS

DÊ PRINT DE UMA VARIÁVEL E
TERÁ SEU VALOR:

```
10 LET X=77001  
20 PRINT X  
RUN  
77001
```

MAS—

```
10 LET X=77001  
20 PRINT X"  
RUN  
X
```

AS ASPAS LEVAM
O COMPUTADOR
A TRATAR X
COMO TEXTO.

DÊ PRINT DE UMA EXPRESSÃO E TERÁ SEU RESULTADO:

```
10 LET Z=1.5  
20 PRINT Z**2+2*Z+10  
RUN  
15.25
```

POIS
 $(1.5)^2 + 2 \times 1.5 + 10$
 $= 2.25 + 3.0 + 10 = 15.25$

PONTO E VÍRGULA (;)

O PONTO E VÍRGULA APÓS UMA INSTRUÇÃO PRINT FAZ COM QUE O PRINT SEGUINTE EXIBA NA MESMA LINHA:

```
10 LET A=1
20 PRINT "INFINITO VALE MAIS DO QUE";
30 PRINT A
RUN
INFINITO VALE MAIS DO QUE 1
```



PARA ABREVIAR PODEMOS FAZER:

```
10 LET A=1
20 PRINT "INFINITO VALE MAIS DO QUE"; A
RUN
INFINITO VALE MAIS DO QUE 1
```



POR EXEMPLO, PODEMOS REESCREVER O PROGRAMA DA P. 208.

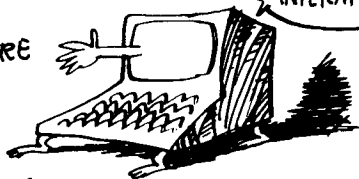
```
10 REM MULTIPLICAÇÃO
20 GET A,B
30 DATA 5.6, 1.1
40 LET C=A*B
50 PRINT "O PRODUTO DE "; A; " E "; B; " VALE "; C; "."
60 END
RUN
O PRODUTO DE 5.6 E 1.1 VALE 6.16.
```



➤ O PRINT TEM MAIS RECURSOS E ALGUNS TOQUES DE REQUINTE PODEM VIR DO USO DA VÍRGULA MAS NÃO ENTRAREMOS NISSO...

INPUT

PERMITE QUE O USUÁRIO ENTRE COM VALORES DE VARIÁVEIS DURANTE A EXECUÇÃO DO PROGRAMA.



O FORMATO DESTA INSTRUÇÃO É:

INPUT A

DURANTE A EXECUÇÃO, QUANDO O PROGRAMA ATINGE UM INPUT, O VÍDEO EXIBE:

?

O QUE INDICA QUE O PROGRAMA PAROU, ESPERANDO ENTRADA. VOCÊ DIGITA QUALQUER NÚMERO (SEGUIDO DE "ENTER", COMO SEMPRE!):

5.6

EA EXECUÇÃO DO PROGRAMA CONTINUA
"INPUT" E "PRINT" COMBINADOS PODEM ORIENTAR PARA O TIPO DE DADO A DIGITAR:

```
10 REM DIVISÃO
20 PRINT "DIGITE O NUMERADOR."
30 INPUT N
40 PRINT "DIGITE UM DENOMINADOR NÃO NULO."
50 INPUT D
60 PRINT N; "/" ; D; "=" ; N/D
70 END
```

RUN

DIGITE O NUMERADOR.

? 5

DIGITE UM DENOMINADOR NÃO NULO.

? 8

5/8 = 0.625

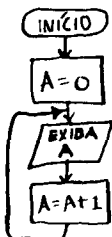
DIGITADOS PELO
USUÁRIO.

GOTO

ESTA É A INSTRUÇÃO DE
SALTO INCONDICIONAL.

"GOTO (NÚMERO DE LINHA)" PASSA O CONTROLE A UM
NÚMERO DE LINHA DIFERENTE DA PRÓXIMA. O PROGRAMA
ENTÃO CONTINUA DALI, COMO NO LAÇO SEM FIM:

```
10 LET A=0
20 PRINT A
30 LET A=A+1
40 GOTO 20
```



```
RUN
1
2
3
4
5
...
```

PRASEMPRE!

IF-THEN

É O "BRILHANTE"
SALTO CONDICIONAL.

O FORMATO GERAL É:

IF (CONDIÇÃO) **THEN** (CLÁUSULA)

A CONDIÇÃO DEVE TER O FORMATO:

EXPRESSÃO
NUMÉRICA

$\left\{ \begin{array}{l} = \\ < \\ < = \\ > \\ > = \\ < > \end{array} \right\} *$

EXPRESSÃO
NUMÉRICA

COMO
EM

IF A <= B THEN C = A * B

ELE SEMPRE INCLUI A INSTRUÇÃO IMPLÍCITA,
"SENÃO, VA' PARA A LINHA SEGUINTE".

* < MENOR DO QUE, < = MENOR OU IGUAL, > MAIOR DO QUE, > = MAIOR OU IGUAL,
< > DIFERENTE.

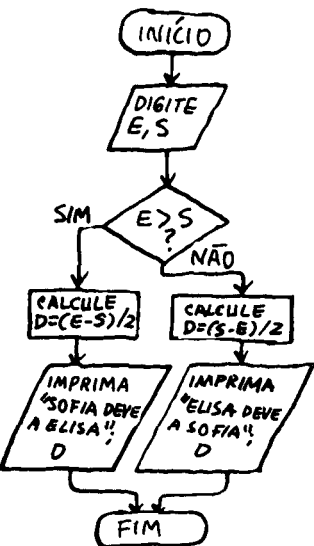
```
10 LET A=0
20 PRINT A
30 LET A=A+1
40 IF A <= 2 THEN 20
50 END
RUN
0
1
2
```

USENÃO,
PRÓXIMA
LINHA!"

O QUE SABEMOS BASTA PARA PROGRAMAR OS ALGORITMOS DA P. 201:

CONTAS DE COLEGAS DE QUARTO

O FLUXOGRAMA:



ESTÁ FALTANDO UM PROGRAMA QUE ARREDONDE O "MEIO PENNY."



O PROGRAMA:

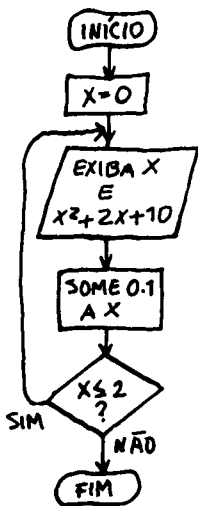
```
10 PRINT "DESPESAS DE ELISA"
20 INPUT E
30 PRINT "DESPESAS DE SOFIA"
40 INPUT S
50 IF E>S THEN 80
55 D=(S-E)/2
60 PRINT "ELISA DEVE A SOFIA", D
70 GOTO 100
80 D=(E-S)/2
90 PRINT "SOFIA DEVE A ELISA", D
100 END
```

PERCEBEU COMO SE USA "IF-THEN" E "GOTO"?
SE $E > S$ ENTÃO O PROGRAMA SALTA AS LINHAS 55, 60 E 70. SENÃO, ESTAS LINHAS SÃO EXECUTADAS E O PROGRAMA GARANTE A NÃO EXECUÇÃO DAS LINHAS 80 E 90.
SE O PROGRAMA É RODADO:

```
RUN
DESPESAS DE ELISA
? 23450.00
DESPESAS DE SOFIA
? 17230.00
SOFIA DEVE A ELISA 6220.00
```

LOOPS CONTROLADOS

O FLUXO GRAMA:



O PROGRAMA:

```

10 REM LINHA 20 EXIBE TÍTULO
20 PRINT "X          Y"
30 LET X=0
40 LET Y=X**2+2*X+10
50 PRINT X;"
60 LET X=X+0.1
70 IF X<=2 THEN 40
80 END
  
```

5 ESPAÇOS

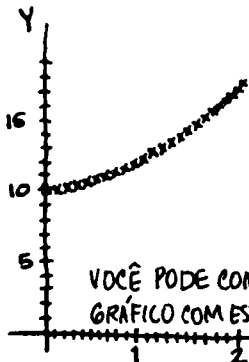
5 ESPAÇOS

RUN

X
0
.1
.2
.3
.4
.5
.6
.7
.8
.9
1
1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
1.6
1.7
1.8
1.9
2

Y
10
10.21
10.44
10.69
10.96
11.25
11.56
11.89
12.24
12.61
13
13.41
13.84
14.29
14.76
15.25
15.76
16.29
16.84
17.41
18

FALHAS
DEVIDAS AO
NÃO USO
DOS RECURSOS
DE FORMATAÇÃO
DO BASIC!



VOCÊ PODE CONSTRUIR UM
GRÁFICO COM ESTA INFORMAÇÃO!

OS "LOOPS CONTROLADOS"
SÃO TÃO COSTUMEIROS QUE
TODAS AS LINGUAGENS TÊM
COMANDOS ESPECIAIS PARA
CONTROLÁ-LOS. NO
BASIC É O 

FOR NEXT

ELE SUBSTITUI AS
TRÊS LINHAS:

```
30 LET X=0  
:  
60 LET X=X+0.1  
70 IF X<=2 THEN 30
```

PELAS
DUAS:

```
30 FOR X=0 TO 2 STEP 0.1  
:  
60 NEXT X  
:
```

LIMITE
INFERIOR

LIMITE
SUPERIOR

A INSTRUÇÃO: INICIALIZA A VARIÁVEL COM O "LIMITE INFERIOR";
EXECUTA AS LINHAS ATÉ O "NEXT"; INCREMENTA A VARIÁVEL COM O
VALOR DO "PASSO" E REPETE O LOOP ATÉ QUE O "LIMITE SUPERIOR"
SEJA EXCEDIDO.

UM EXEMPLO SIMPLES:

```
10 FOR I = 1 TO 4  
20 PRINT I*I  
30 NEXT I  
40 END  
RUN  
1  
4  
9  
16
```

A OMISSÃO DO
"PASSO" GERA
INCREMENTO
AUTOMÁTICO DE 1.

PRÓXIMA
PÁGINA!

PROBLEMAS

PROBLEMAS?
QUEM TEM
PROBLEMAS?



1. O QUE FAZ ESTE PROGRAMA?

```
10 INPUT N
20 FOR I=1 TO N
30 PRINT I*I
40 NEXT I
50 END
```

2. REESCREVA O PROGRAMA DA P. 217 USANDO O "FOR-NEXT".

3. ESCREVA UM PROGRAMA QUE SOME OS INTEIROS DE 1 A 1.000.000. REPITA PARA 1 A N, SENDO N UM NÚMERO QUALQUER.

4. NA SEQUÊNCIA DE FIBONACCI 0,1,1,2,3,5,8,13,21,34,... CADA NÚMERO É A SOMA DOS DOIS ANTERIORES. FAÇA UM PROGRAMA QUE GERE ESTA SEQUÊNCIA.

5. LEIA UM LIVRO-TEXTO DE BASIC ATÉ APRENDER O SUFICIENTE PARA ESCREVER UM PROGRAMA DE "CONTAS DE COLEGAS DE QUARTO" PARA QUALQUER NÚMERO DELAS.

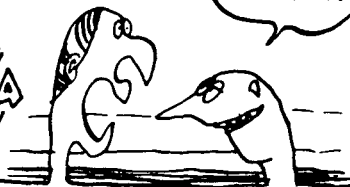
HA' UMA MÃO-CHEIA DE OUTROS RECURSOS DO BASIC, SUFICIENTES PARA ENCHER LIVROS INTEIROS - E DE FATO JA' FORAM PUBLICADAS TONELADAS DE LIVROS SOBRE BASIC.



ASSIM... SE VOCÊ TEM INTERESSE EM APRENDER VÁRIAS TIPO CADEIA, SUB-ROTINAS, FUNÇÕES, MATRIZES, NINHOS DE LOOPS, COMO LIDAR COM DISCOS E EVITAR BUGS, ETC. ETC. ETC. ENTÃO **VÁ PARA** A BIBLIOTECA E "MANDE BRASA"!!

E SENÃO?

DESCULPE-ME... ESTA HIPÓTESE CONTRARIA A POLÍTICA UNIVERSITÁRIA...



SOFTWARE EM REVISTA



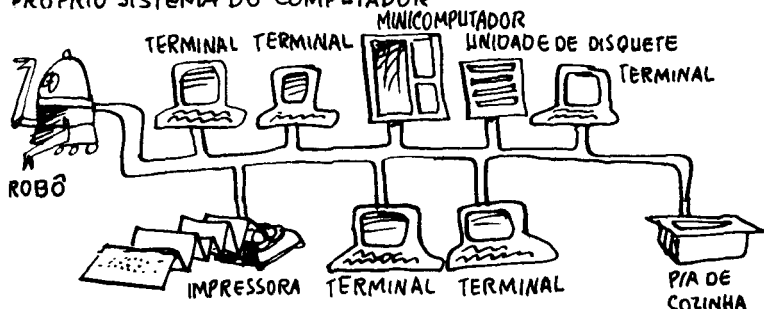
SOFTWARE BÁSICO

OS PROGRAMAS SÃO
GERALMENTE DIVIDIDOS
EM SOFTWARE BÁSICO
E SOFTWARE DE
APLICAÇÃO.

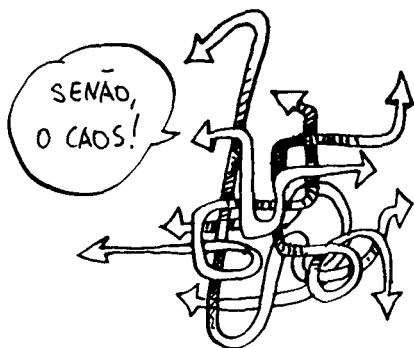


COM UMA
ÁREA NEBULOSA
DE
SUPERPOSIÇÃO!

O SOFTWARE DE APLICAÇÃO EXECUTA TAREFAS DO "MUNDO REAL", ENQUANTO
QUE O SOFTWARE BÁSICO EXISTE UNICAMENTE PARA CONTROLAR O
PRÓPRIO SISTEMA DO COMPUTADOR.



UM SISTEMA CONSTITUI-SE
DE UM OU MAIS DISPOSITIVOS
DE ENTRADA/SAÍDA (TERMINAIS,
IMPRESSORAS, LEITORAS DE
CARTÃO, PORTAS DE
COMUNICAÇÃO),
PROCESSADORES, UNIDADES DE
MEMÓRIA (PRINCIPAL E DE
MASSA) E SABE LA' DEUS
MAIS O QUÊ. TEM DE EXISTIR
ALGO QUE CONTROLE ISSO TUDO!



O PROGRAMA QUE
FAZ ISSO É CHAMADO

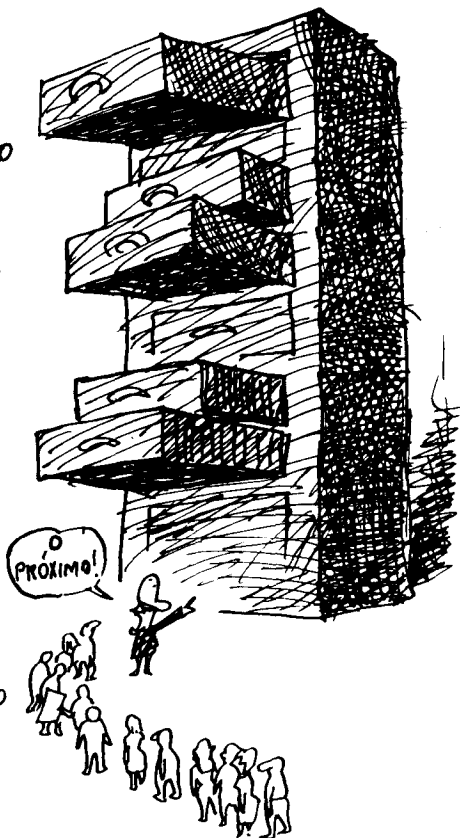
SISTEMA OPERACIONAL.

SE VOCÊ IMAGINAR O NÚCLEO
DO COMPUTADOR COMO UM
ARQUIVO ELETRÔNICO GIGANTESCO
(COM UMA CALCULADORA
ACOPLADA), ENTÃO,
O SISTEMA OPERACIONAL

- ★ CRIA A ESTRUTURA DOS ARQUIVOS
- ★ GERENCIA A MEMÓRIA DE MODO QUE UM ARQUIVO NÃO INVADA A ÁREA DE OUTRO
- ★ CONTROLA O ACESSO AOS ARQUIVOS E O FLUXO DE INFORMAÇÃO NAS OUTRAS PARTES DO SISTEMA...

ETC!

ALÉM DO SISTEMA OPERACIONAL, O SOFTWARE BÁSICO **INCLUI** OUTROS PROGRAMAS "NO SISTEMA", COMO OS CARREGADORES (QUE CARREGAM PROGRAMAS NA MEMÓRIA) E OS COMPILADORES (QUE TRADUZEM LINGUAGEM DE ALTO NÍVEL EM CÓDIGO DE MÁQUINA).



ETODOS SÃO INUSÍVEIS
AO USUÁRIO!!



ADMINISTRAÇÃO DE BANCOS DE DADOS



UM **BANCO DE DADOS** É
SIMPLEMENTE UMA IMENSA PILHA
DE INFORMAÇÕES: UM FICHÁRIO DE
BIBLIOTECA, REGISTROS DE TRANSAÇÕES
BANCÁRIAS E BALANÇOS DE CONTAS,
"PROGRAMAÇÕES" DE VÔOS E
RESERVAS DE UMA COMPANHIA DE
AVIAÇÃO, ARQUIVOS POLICIAIS, DADOS
DO MERCADO DE CÂMBIO —
TODOS SÃO BANCOS
DE DADOS.



UM PROGRAMA DE ADMINISTRAÇÃO DE BANCO DE DADOS
ORGANIZA, ATUALIZA E DÁ ACESSO AO BANCO DE DADOS.

NO CASO DE UMA COMPANHIA DE
AVIAÇÃO, POR EXEMPLO, O
COMPUTADOR TEM QUE FAZER
RESERVAS, MARCAR LUGARES,
CANCELAR RESERVAS SE O
CIENTE NECESSITAR,
FAZER NOVAS RESERVAS
SE UM VÔO FOR
CANCELADO, EMITIR
PASSAGENS E FORNECER TODO
O TIPO DE INFORMAÇÕES DE
VÔO AOS AGENTES DE VIAGEM —
NO MUNDO INTEIRO!



PROCESSAMENTO DE TEXTO

UM USO "PESSOAL"
DO COMPUTADOR...

O SOFTWARE DE PROCESSAMENTO DE TEXTO PERMITE ESCREVER, EDITAR E FORMATAR TEXTOS — TUDO NO MESMO TECLADO. VOCÊ PODE PASSAR DO PRIMEIRO RASCUNHO AO TEXTO FINAL ELETRONICAMENTE, SEM IMPRIMIR UMA ÚNICA PALAVRA.



EXISTEM TAMBÉM PROGRAMAS QUE CORRIGEM PALAVRAS — E ATÉ MESMO A SINTAXE E A GRAMÁTICA.

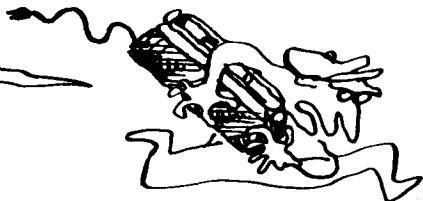
BREVEAMENTE, ATÉ OS SEMI-ANALFABETOS ESTARÃO ESCRREVENDO OBRAS-PRIMAS!

"O TEMPO E O VENTO" POR JUCA VERÍSSIMO...

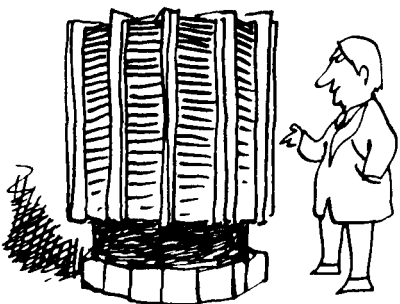


UM PEQUENO COMPUTADOR COM UM PROCESSADOR DE TEXTOS PODE SER BEM BARATO. ... O PROBLEMA É QUE UMA IMPRESSORA DE QUALIDADE PODE CUSTAR ATÉ DEZ VEZES MAIS QUE UMA MÁQUINA DE ESCRIVER!

UM INCENTIVO AO CRIME PELO COMPUTADOR!



CIÊNCIA



A CIÊNCIA DEPENDE DA MATEMÁTICA E OS COMPUTADORES SÃO SUPERMÁQUINAS MATEMÁTICAS. OS COMPUTADORES MAIS RÁPIDOS E PODEROSOS TÊM SEU USO VOLTADO PRINCIPALMENTE PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS.

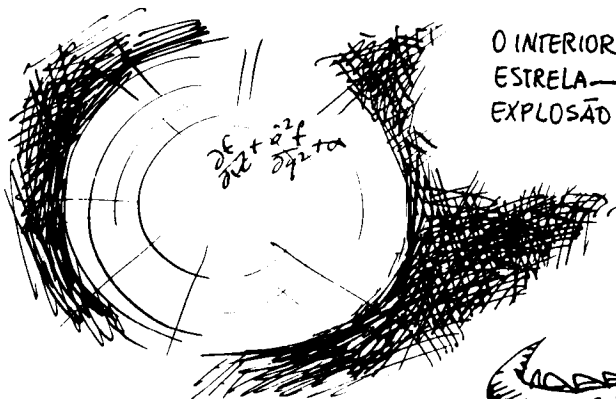
O COMPUTADOR CRAY-1, CAPAZ DE 100 MILHÕES DE OPERAÇÕES POR SEGUNDO!!

ESTES "SUPERCOMPUTADORES" SE SOBRESSAEM EM **SIMULAÇÃO**. A IDEIA É AUMENTAR O COMPUTADOR COM EQUAÇÕES QUE GOVERNAM UM SISTEMA FÍSICO E, ENTÃO, "MOVIMENTAR" MATEMATICAMENTE O SISTEMA, DE ACORDO COM ESSAS LEIS.



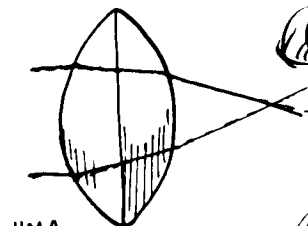
VEJA, POR EXEMPLO, AS VIAGENS ESPACIAIS: UM COMPUTADOR PODE GUIAR UMA NAVE ATÉ A LUA, PORQUE INTERNAMENTE ELE CONSEGUE SIMULAR O VÔO TODO!!

OS COMPUTADORES PODEM SIMULAR:

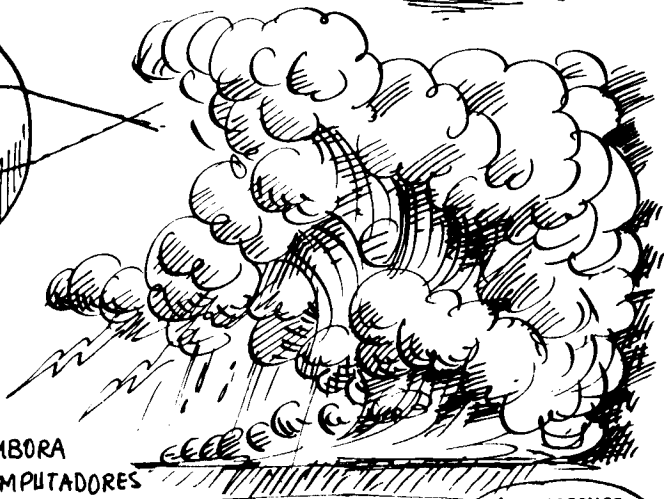


O INTERIOR DE UMA
ESTRELA— OU UMA
EXPLOÇÃO NUCLEAR...

A EVOLUÇÃO DE
UM ECOSISTEMA...



UMA
LENTE

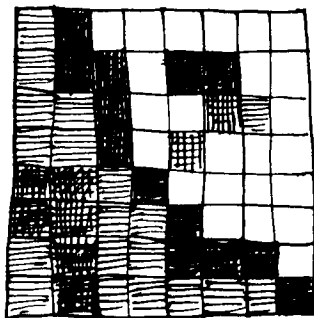


O TEMPO (EMBORA
MESMO OS COMPUTADORES
MAIS RÁPIDOS NÃO SEJAM
SUFICIENTEMENTE VELOZES PARA
FAZER PREVISÕES METEOROLÓGICAS).

NÓS LHE DAREMOS
A PREVISÃO DE
AMANHÃ NA
PRÓXIMA SEMANA!

GRÁFICOS

DAS TELAS SIMPLES
DE JOGOS AOS MAIS
SOFISTICADOS
SIMULADORES DE
VÔO, A IDEIA É
A MESMA:



DIVIDIR A TELA EM
UM GRANDE NÚMERO
DE PEQUENOS
RETÂNGULOS ("PIXELS")
E PINTAR CADA UM
DELES COM
DETERMINADA COR
E INTENSIDADE.

É POR
ISSO QUE AS
FIGURAS DESENHADAS
POR COMPUTADORES
TÊM CANTOS!

MAS, TAMBÉM, HÁ
ALGORITMOS QUE
ARREDONDAM
OS CANTOS!

INFELIZMENTE, SÓ
COMPUTADORES
RAZOÁVEIS FAZEM
BONS GRÁFICOS.
COMPUTADORES
PEQUENOS PRATICAMENTE
SÓ SÃO USADOS PARA
OS GRÁFICOS SIMPLES,
COMO OS FINANCEIROS
(GRÁFICOS SETORIAIS,
HISTOGRAMAS ETC.).



COMUNICAÇÃO

O MAIOR SISTEMA DE COMPUTAÇÃO, AFORA

O DO GOVERNO, PERTENCE À

COMPANHIA

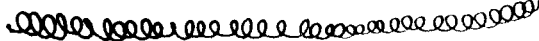
TELFÔNICA. UMA

VOZ (OU QUALQUER
OUTRO SINAL) PODE

SER CODIFICADA DIGITALMENTE,
TRANSMITIDA E DECODIFICADA.



OS COMPUTADORES TAMBÉM CONTROLAM AS ROTAS E A COMUTAÇÃO
AO LONGO DA REDE TELFÔNICA,
ASSIM COMO A COBRANÇA
DAS CONTAS!



OS COMPUTADORES
PODEM SER PROGRAMA-
DOS PARA RECONHECER
CERTAS PALAVRAS OU
GRUPOS DE PALAVRAS —
UMA CARACTERÍSTICA NÃO
DESPREZADA PELOS
SERVIÇOS SECRETOS...



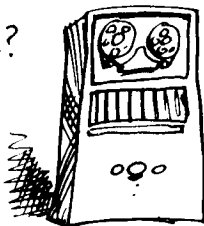
PODEMOS
GRAVAR
AUTOMATICAMEN-
TE QUALQUER
CONVERSA
TELFÔNICA
QUE CONTENHA
CERTAS PALAVRAS
QUE EU NÃO
POSSO
PRONUNCIAR
PORQUE NÃO
QUERO SER
GRAVADO...

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A DESPEITO DE SUA INCRÍVEL VELOCIDADE E PRECISÃO, OS COMPUTADORES SÃO POBRES NO RECONHECIMENTO DE PADRÕES, ANÁLISE, PREMONIÇÕES E COMPREENSÃO DA LINGUAGEM HUMANA!

UMA MÁQUINA PODE SER PROGRAMADA PARA PENSAR?

ER...
BEM... UMM...
AH... DEIXE-ME
VER...



NA VERDADE,
SABEMOS MUITO
POUCO SOBRE COMO
O PENSAMENTO
FUNCIONA...

ASSIM, É MELHOR
PERGUNTAR: COMO DIZER
SE UMA MÁQUINA
ESTÁ PENSANDO?

ALAN TURING SUGERIU O SEGUINTE TESTE:
SUPONHA QUE VOCÊ PUDESSE SE COMUNICAR
COM ALGO, OU ALGUÉM, ESCONDIDO DA SUA
VISTA. SE, COM BASE NA CONVERSACÃO, VOCÊ
NÃO PUDESSE DISTINGUIR ENTRE UMA MÁQUINA E UM
SER HUMANO, VOCÊ ACABARIA POR CONCLUIR QUE ERA
UM SER PENSAnte!

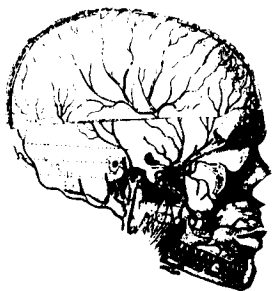
É UMA
MÁQUINA!



SIM, BEM...
TENHO MINHAS
DÚVIDAS QUANTO
A VOCÊ, JACK!



EU, PARTICULARMENTE, NÃO APRECIO ESTE CRITÉRIO, POIS A SIMULAÇÃO
REALMENTE "NÃO É O QUE HA"...

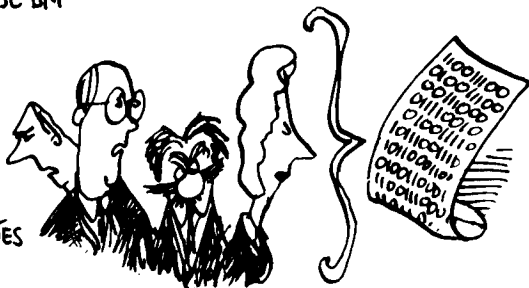


CONTINUE!

ESTA CONFUSÃO FILOSÓFICA NÃO INTERROMPEU AS PESQUISAS EM FAZER AS MÁQUINAS PENSAREM. TEM-SE OBTIDO SUCESSO COM OS CHAMADOS **SISTEMAS INTELIGENTES**, OS QUAIS IMITAM PERITOS HUMANOS EM VÁRIAS ÁREAS.

COMO SE CRIA UM SISTEMA INTELIGENTE?

PRIMEIRO, ENTREVISTA-SE UM GRUPO DE PERITOS - GEÓLOGOS, POR EXEMPLO - E FORÇA-SE A FALAREM OS ALGORITMOS POR TRÁS DE SUAS HABILIDADES, PREMONIÇÕES E BRAINSTORMS.



AI, CARREGA-SE NA MEMÓRIA DO COMPUTADOR ESSE CABEDAL DE CONHECIMENTO... E O RESULTADO É (ALGUMAS VEZES) UM PROGRAMA QUE PODE SUPERAR QUALQUER SER HUMANO!!

SE NÓS SOMOS REALMENTE ESPERTOS, PORQUE DEIXAMOS ISTO ACONTECER?



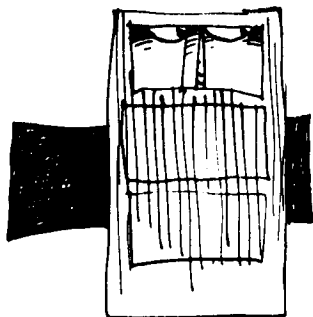
CRYPTOGRAFIA

SHHH!

HA' CÓDIGOS PADRÕES, COMO
O ASCII (P.128), PARA
CONVERTER TEXTOS
ESCRITOS EM CÓDIGO
BINÁRIO... MAS, QUE TAL
USAR COMPUTADORES PARA
GERAR CÓDIGOS
SECRETOS??



OS CÓDIGOS SECRETOS ERAM ESTRITAMENTE DE USO MILITAR
E TAMBÉM DA ESPIONAGEM, MAS, ATUALMENTE, MAIS E MAIS
INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL PASSA A SER ARMAZENADA EM COMPUTADORES:

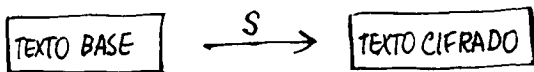


ARQUIVOS
MÉDICOS, ARQUIVOS
BANCÁRIOS, DADOS DO
CENSO, DADOS DE
IMPOSTO DE RENDA,
LISTAS DE PROMOÇÕES,
MEMORANDOS DE
EMPRESAS ETC.
ETC. ETC.



A CAMUFLAGEM DESTES DADOS É UMA FORMA EFICIENTE
DE SE MANTER A PRIVACIDADE DOS MESMOS.

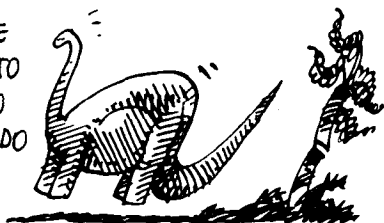
A INFORMAÇÃO É ORIGINALMENTE ARMAZENADA NUMA CADEIA BINÁRIA QUE PODE SER LIDA POR QUALQUER COMPUTADOR: O **TEXTO BASE** NO JARGÃO DA CRIPTOGRAFIA. PARA CRIPTOGRAFÁ-LO, USA-SE UM ALGORITMO **S**, QUE O CONVERTE EM UMA MENSAGEM CAMUFLADA, CHAMADA **TEXTO CIFRADO**.



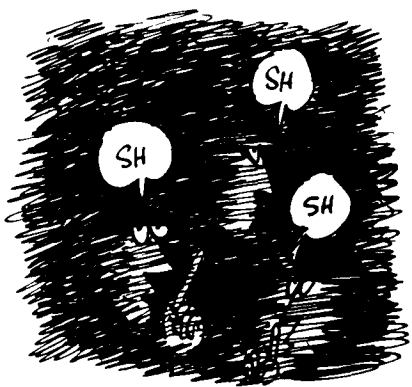
TEÓRICAMENTE É IMPOSSÍVEL RECONSTRUIR O TEXTO BASE A PARTIR DO TEXTO CIFRADO SEM CONHECER ALGO SOBRE **S**... CONTUDO, ALGUÉM INTERESSADO EM DECIFRAÇÃO PODERIA PÔR UM COMPUTADOR À PROCURA DE **S**.



POR SEGURANÇA, **S** TEM DE SER COMPLICADO A PONTO DE DEIXAR O MAIS RÁPIDO COMPUTADOR TRABALHANDO POR, DIGAMOS, ALGUNS MILHÕES DE ANOS ATÉ DECIFRA-LO!



RECENTEMENTE, O NATIONAL BUREAU OF STANDARDS* APROVOU UM GRUPO DE ALGORITMOS COMO PADRÃO CRIPTOGRÁFICO PARA O PAÍS. VÁRIOS CIENTISTAS SUSPEITAM QUE ESTE PADRÃO SEJA SUFICIENTEMENTE COMPLEXO PARA PÔR A MAIORIA DOS COMPUTADORES EM "SINUCA", MAS NÃO TÃO COMPLEXO PARA OS **NOVE ACRES** DE COMPUTADORES DA AGÊNCIA DE SEGURANÇA NACIONAL!

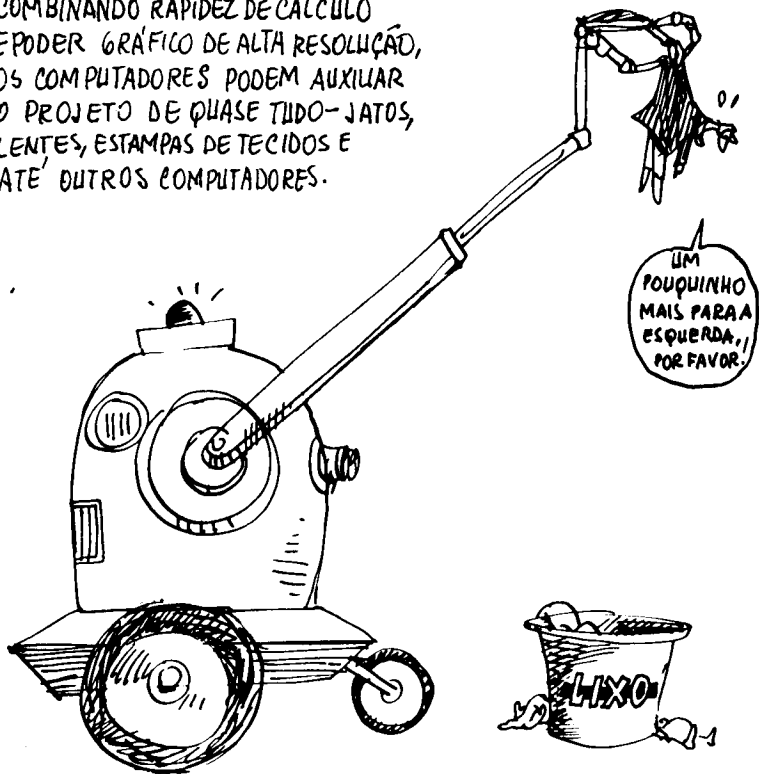


* EQUIVALENTE À ABNT.

CAD/CAM

○ COMPUTER-AIDED DESIGN/
○ COMPUTER-AIDED MANUFACTURE*

COMBINANDO RAPIDEZ DE CÁLCULO
E PODER GRÁFICO DE ALTA RESOLUÇÃO,
OS COMPUTADORES PODEM AUXILIAR
O PROJETO DE QUASE TUDO-JATOS,
LENTEZ, ESTAMPAS DE TECIDOS E
ATE' OUTROS COMPUTADORES.



ASSIM, OS COMPUTADORES TAMBÉM APARECEM NOS PROCESSOS DE
CONTROLE AUTOMÁTICO DE FABRICAÇÃO. SIM, JÁ CHEGAMOS AOS
ROBÔS!!

GUERRA

AS FORÇAS ARMADAS PODEM FAZER USO DE TODO ESSE SOFTWARE - VEJAMOS!!

O ENIAC FOI CONSTRUÍDO PARA USO EM BALÍSTICA... AGORA TEMOS MÍSSEIS BALÍSTICOS!



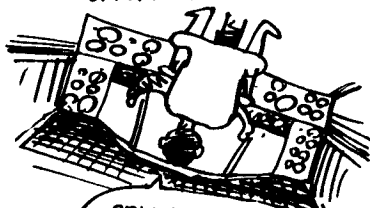
OS SUPERCOMPUTADORES AJUDAM A PROJETAR BOMBAS ATÔMICAS...



... SEM MENCIONAR O PROCESSAMENTO DE DADOS E A CRIPTOGRAFIA...

O DEPARTAMENTO DE DEFESA NECESSITA DE TAL MODO DE SOFTWARE, QUE DISPÕE DE UMA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO PRÓPRIA: **ADA**, EM HOMENAGEM À DESAFORTUNADA LADY LOVELACE.

SIMULADORES DE VÔO PODEM TREINAR PILOTOS EM TERRA FIRME...



BELA IMAGEM GRÁFICA!

TAMBÉM HÁ OS FAMOSOS MÍSSEIS "INTELIGENTES" QUE PODEM SEGUIR UM ALVO EM MOVIMENTO...



ESTOU A PONTO DE EXPLODIR... SERÁ QUE ISSO É SER INTELIGENTE?



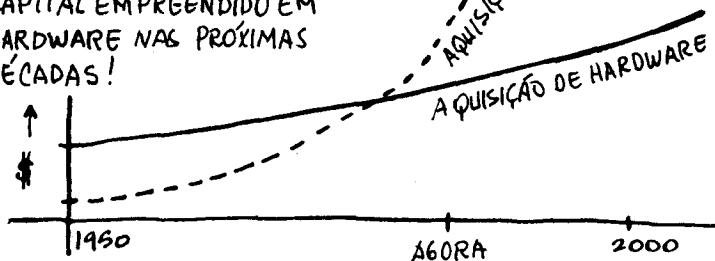
QUEM, EU?!?

ESTE PEQUENO LEVANTAMENTO APENAS COMEÇA A INSINUAR O QUANTO DE SOFTWARE EXISTE ATUALMENTE À DISPOSIÇÃO. E CADA DIA HÁ MAIS... ALGUNS PROGRAMAS TRATAM DE NOVOS ASSUNTOS, ENQUANTO QUE OUTROS INTEGRAM ROTINAS JÁ EXISTENTES PARA CRIAR NOVOS PACOTES AINDA MAIS PODEROSOS...



ESTA "CRIANÇA" FAZ PROCESSAMENTO DE TEXTOS, DIRIGE UMA CRIAÇÃO DE ROEDORES E PROJETA BOMBAS!! CADA RATO TEM O GATO QUE MERECE!

SE VOCÊ ESTIVER PROCURANDO UMA COLOCAÇÃO NA INDÚSTRIA DA COMPUTAÇÃO, CONSIDERE O SEGUINTE: O CONSUMO TOTAL DE SOFTWARE, QUE INICIOU COMO UMA PEQUENA PORCENTAGEM DO CUSTO TOTAL DOS COMPUTADORES, TENDE A ATINGIR UM NÍVEL MUITAS VEZES SUPERIOR AO CAPITAL EMPREENDIDO EM HARDWARE NAS PRÓXIMAS DÉCADAS!



ESCREVAM SOFTWARE!

CONCLUSÃO,

ALGUMAS PALAVRAS
SOBRE ESTA
CONHECIDA FRASE:

O COMPUTADOR
CUMPRE
ESTRITAMENTE
AS ORDENS
RECEBIDAS!



(O QUE OS CIENTISTAS
DA COMPUTAÇÃO
SEMPRE DIZEM
PARA TRANQUILIZAR
A TODOS...)

TECNICAMENTE, A FRASE É VERDADEIRA POIS
O SOFTWARE CONTROLA OS COMPUTADORES
E AS PESSOAS ESCRIVEM O SOFTWARE...

MAS QUEM
CONTROLA
AS
PESSOAS?!!



POR EXEMPLO, SUPONHA QUE OS
PROGRAMADORES DE SITUAÇÕES
ESTRATÉGICAS DECIDAM
PROGRAMAR SEUS COMPUTADORES
PARA DISPARAR UM MÍSSIL,
AUTOMATICAMENTE
QUANDO DADO UM
"ALARME". CONSIDERANDO
QUE OS COMPUTADORES
DOS SISTEMAS DE DEFESA
DÃO VÁRIOS ALARMES FALSOS
POR ANO, ISSO SERIA
TRANQUILIZANTE??

EU
APENAS
CUMPRIA
ORDENS...

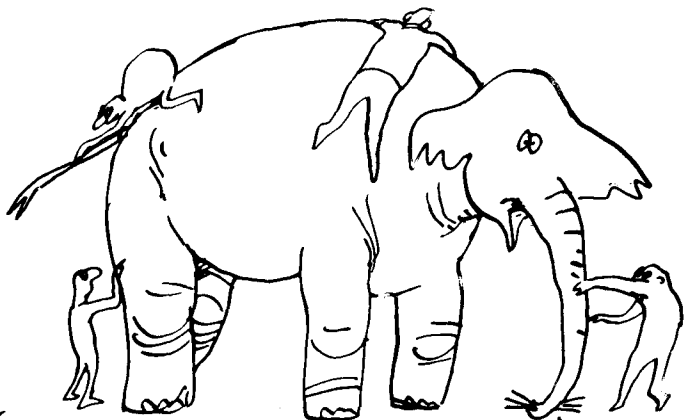


MINHA CALCULADORA
MOSTRA QUE
 $2^{16} = 65.536,001$
(FRANCAMENTE!)



UM OUTRO PROBLEMA É QUE
OS ALGORITMOS NEM SEMPRE
FAZEM EXATAMENTE O
QUE DEVERIAM...

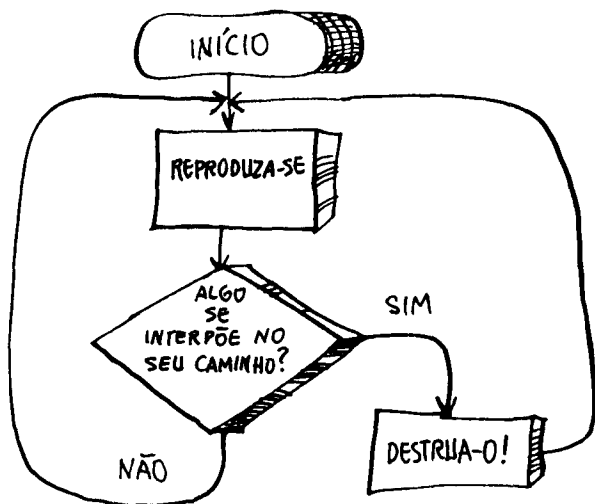
EQUIPES DE PROGRAMADORES PASSAM SEU TEMPO DESENVOLVENDO
DIBANTESCOS SISTEMAS DE SOFTWARE. COMO NO CASO DO
ELEFANTE, NINGUÉM CONSEGUE ENTENDER A COISA TODA!



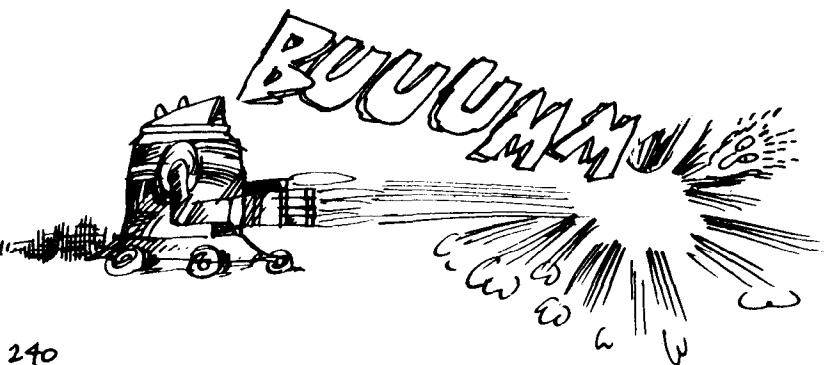
É COMUM VER-SE COMPUTADORES FAZENDO
COISAS INESPERADAS E BIZARRAS,
PRINCIPALMENTE NAS PRIMEIRAS "PASSADAS" DE UM
SOFTWARE AINDA NÃO TESTADO!

VOU ACABAR
VIRANDO CARNE
DE VACA!

FINALMENTE, CONSIDERE ESTE ALGORITMO SINISTRO:



ENQUANTO NENHUM COMPUTADOR FOR SUFICIENTEMENTE INTELIGENTE, MÓVEL OU BEM EQUIPADO PARA EXECUTAR ESTAS INSTRUÇÕES, FICAREMOS SÓ NUMA POSSIBILIDADE TEÓRICA. TAL ALGORITMO PROVAVELMENTE TRANSFORMARIA UMA MÁQUINA NUM PREDADOR CIBERNÉTICO!



E SE VOCÊ PENSA QUE POR SER
"APENAS UMA MÁQUINA" SEMPRE PODE
SER DESLIGADA, LEMBRE-SE DAS PALAVRAS
DE NORBERT WIENER, UM CIENTISTA
QUE PENSOU PROFUNDAMENTE
SOBRE ISSO:



"PARA SE DESLIGAR REALMENTE
UMA MÁQUINA, DEVEMOS
POSSUIR A INFORMAÇÃO DE O
NÍVEL DE PERIGO TER SIDO
ATINGIDO. O SIMPLES FATO
DE TERMOS CONSTRUÍDO A
MÁQUINA NÃO IMPLICA
POSSUIRMOS TAL
INFORMAÇÃO...
A PRÓPRIA VELOCIDADE
DAS... MÁQUINAS DIGITAIS
MODERNAS SE INTERPÕE
À NOSSA HABILIDADE
DE PERCEBER E
PENSAR SOBRE
AS INDICAÇÕES DE
PERIGO!" *

*CYBERNETICS
SEGUNDA EDIÇÃO,
P. 175.

ASSIM, BEM-VINDO À ERA DA INFORMAÇÃO E...
BONS PROGRAMAS!!



LEITURAS SUPLEMENTARES:



**MEDIEVAL AND EARLY
MODERN SCIENCE, POR
AC. CROMBIE. MOSTRA COMO
A CIÊNCIA ISLÂMICA CHEGOU
À EUROPA.**

**THE MAKING OF
THE MICRO, POR
C. EVANS. BONS
ESQUEMAS DAS MÁQUINAS
DE SOMAR ANTIGAS.**

**HISTORY OF MATHEMATICS,
POR A. GITTLEMAN. NÃO
PERCA A HISTÓRIA DA
"CALINHA" PSÍQUICA
DE NAPIER!**

**THE COMPUTER FROM PASCAL TO VON
NEUMANN, POR H. GOLDSTINE. O BALANÇO
FINAL DO ENIAC.**

**CHARLES BABBAGE,
FATHER OF THE
COMPUTER, POR
D. HALACY. LEITURA
FÁCIL.**

**CHARLES BABBAGE
AND HIS CALCULATING
ENGINES, ED. POR
P. + E. MORRISON.
DO PRÓPRIO PUNHO!**

**SYMBOLIC LOGIC AND THE
GAME OF LOGIC, POR
LEWIS CARROLL. MILHÕES
DE SILOGISMOS IDIOTAS!!**

**THE MATHEMATICAL THEORY
OF COMMUNICATION, POR
C. SHANNON. TEM DUAS
PARTES: UMA COM E OUTRA
SEM CÁLCULOS MATEMÁTICOS.**

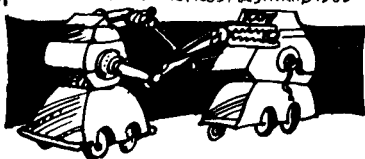
**CYBERNETICS, 2ª EDIÇÃO,
POR N. WEINER. TEORIA
DO CONTROLE
AUTOMÁTICO.**

**UNDERSTANDING DIGITAL ELECTRONICS,
POR D. McWHORTER. CIRCUITOS BOOLEANOS.**

**UNDERSTANDING DIGITAL COMPUTERS,
POR P. MIMS. MEU LIVRO FAVORITO, MAS
TOME CUIDADO COM OS ERROS DE
IMPRESSÃO!**

**INTRODUCTION TO MICROCOMPUTERS,
POR A. OSBORNE (4 VOLUMES). MUITO
DETALHADO!**

**UNDERSTANDING COMPUTER SCIENCE,
POR R. S. WALKER. TÓPICOS MAIS AVANÇADOS.**



**ILLUSTRATING BASIC, POR D. ALCOCK. UM
CURSO RÁPIDO, USANDO QUASE-CARTUNS.**

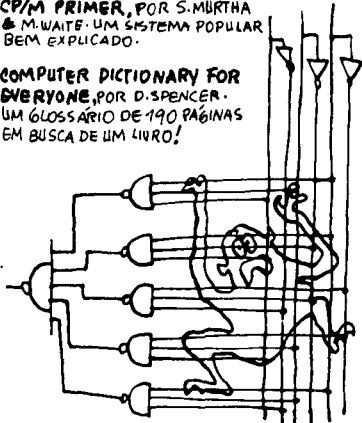
**USING BASIC, POR R. DIDDAY & R. PAGE.
UMA ABORDAGEM SUAVE MAS PROLIXA.**

**PASCAL PRIMER, POR D. FOX & M. WAITE.
AJUDA MUITO CONHECER BASIC ANTES DE
LER ESTE LIVRO.**

**FORTRAN COLORING BOOK, POR
R. KAUFMAN. ESPÍRITUOSO MAS TENDENDO
PARA O VULGAR.**

**CP/M PRIMER, POR S. MURTHA
& M. WAITE. UM SISTEMA POPULAR
BEM EXPLICADO.**

**COMPUTER DICTIONARY FOR
EVERYONE, POR D. SPENCER.
UM GLOSSÁRIO DE 190 PÁGINAS
EM BUSCA DE UM LIVRO!**



A RESPEITO DO AUTOR:

LARRY GONICK, O CARTUNISTA-GÊNIO, DETÉM DOIS TÍTULOS DE MATEMÁTICA POR HARVARD.

TRABALHOU COMO PROGRAMADOR DE **FORTRAN** E SEUS MELHORES AMIGOS TRABALHAM NO RAMO DA COMPUTAÇÃO. MORA EM SÃO FRANCISCO COM SUA MULHER E SUA FILHA, E GOSTARIA DE DESENVOLVER ALGUM SOFTWARE DE PROCESSAMENTO DE CARTUM PARA MELHORAR SUA PRODUTIVIDADE.

